

دولة قطر

دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقاتها

تأليف

الدكتور/ محمد عبد الله ذياب

ماجستير ودكتوراه فى الجيومورفولوجى مع مرتبة الشرف الأولى
جامعة القاهرة - جمهورية مصر العربية

القاهرة

١٤٢١هـ / ٢٠٠١م

دار الفكر العربى

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

٩١٥, ٣٦ محمد عبد الله ذياب .
 ح ٥٠ دولة قطر : دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقتها/ تأليف
 محمد عبد الله ذياب . - القاهرة: دار الفكر العربي، ٢٠٠١ .
 [٩٠٠] ص : إيض ؛ ٢٤ سم .
 بيلوجرافية : ص ٨٣٣-٨٥٠ .
 يشتمل على ملاحق .
 يشتمل على ثبت بالمصطلحات العلمية التي وردت في
 الكتاب : إنجليزي - عربي .
 تدمك : ٢-١٣٥٧-١٠-٩٧٧
 ١- قطر - جغرافية . ٢- قطر - الجغرافيا الطبيعية . ١-
 العنوان .

تصميم وإخراج فني

حسن الشريف

2019 للنشر والطباعة والنشر (مهندس / هشام الشريف وشركاه)

١ ش الملق - خلف رقم ١٨٤ ش بورسعيد - السيلة زينب ت : ٣٩٥٧٦١٤

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿قُلْ إِنَّ صَلَاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي
لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴿١٦٢﴾ لَا شَرِيكَ لَهُ وَبِذَلِكَ
أُمِرْتُ وَأَنَا أَوَّلُ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٦٣﴾﴾

صدق الله العظيم [سورة الأنعام]

لِلْهِ سُبْحَانَ

إِلَهِي

الَّتِي عَلَّمْتَنِي مَعَانِيَ الْحُبِّ .. كُلَّ الْحُبِّ .. وَالْوَفَاءِ لَهُ ..
وَعَرَسْتَ فِيَّ بُدُورَ الْوَاجِبِ .. كُلَّ الْوَاجِبِ .. وَاحْتِرَامَهُ ..
وَأَوْرَدْتَنِي مَنَابِعَ الصَّبْرِ .. وَأَسْقَيْتَنِي وَادِعَهُ .. لِلْإِقْدَارِ عَلَيْهِ ..
وَأَوْرَثْتَنِي الْإِخْلَاصَ فِي الْعَمَلِ وَإِتْقَانَهُ .. وَالْمُثَابَرَةَ فِي تَأْدِيبَتِهِ ..

إِذَا حَمَلْنَا (لِقَطْرِ) أَوْ (لَهَا) شَجَنًا

لَمْ نَذِرْ أَيُّ هَوَى (الْأَمَيِّنِ) يُشْجِينَا

(مَعَ الْإِعْتِدَارِ)

محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوع
٥	الإهداء
٩-٧	محتويات الكتاب
١٥-١١	مقدمة
٢٧-١٦	قائمة الخرائط والأشكال
٣٤-٢٨	قائمة الجداول

الباب الأول، شبه جزيرة قطر

١١٢-٣٥	الفصل الأول، طبوغرافية شبه جزيرة قطر
٣٩-٣٧	أولا : خصائص الموقع والشكل والمساحة
١١٢-٣٩	ثانيا : دراسة الوحدات الجغرافية الطبيعية
١٧٢-١١٣	الفصل الثاني، جيولوجية شبه جزيرة قطر
١٣١-١١٦	أولا : التكوينات الجيولوجية السطحية وتوزيعها الأفقي
١٥٠ - ١٣١	ثانيا : التتابع الطباقى للتكوينات وخصائصه
١٥٩-١٥١	ثالثا : البنية الجيولوجية لشبه جزيرة قطر
١٧٢-١٥٩	رابعا : التطور الجيولوجي لشبه جزيرة قطر
٢٩٢-١٧٣	الفصل الثالث، جيومورفولوجية شبه جزيرة قطر
٢٠٧-١٧٥	أولا : الأشكال الساحلية
٢١٢-٢٠٧	ثانيا : السبخات
٢٢٠-٢١٢	ثالثا . الأحواض المغلقة والمنخفضات
٢٦٧-٢٢١	رابعا . المسل المائية الجافة
٢٨٦-٢٦٧	خامسا : التلال والشواهد الجيرية
٢٩٢-٢٨٦	سادسا . الأشكال الرملية الهوائية
٤٥٢-٢٩٣	الفصل الرابع، مناخ شبه جزيرة قطر
٣٠٠-٢٩٥	أولا . العوامل المؤثرة في مناخ قطر
٤٥٢-٣٠٠	ثانيا . دراسة لعناصر المناخ

٥٢٤-٤٥٣	الفصل الخامس: جغرافية التربة والنبات الطبيعي
٤٩٤-٤٥٥	أولا: جغرافية التربة في شبه جزيرة قطر
٥٢٤-٤٩٤	ثانيا: النبات الطبيعي في شبه جزيرة قطر
٧٠٧-٥٢٥	الفصل السادس: موارد المياه في قطر
٥٧٠-٥٢٨	أولا: الأمطار
٥٩٠-٥٧٠	ثانيا: المياه السطحية
٧٠٧-٥٩٠	ثالثا: المياه الجوفية

الباب الثاني: الجزر القطرية

٧٣٦-٧١١	الفصل السابع: الخصائص العامة لمياه قطر الإقليمية
٧١٥-٧١٣	أولا: الموقع والمساحة
٧١٩-٧١٥	ثانيا: خطوط تساوي أعماق المياه الإقليمية
٧٢١-٧١٩	ثالثا: ملوحة المياه السطحية الإقليمية
٧٢٢-٧٢١	رابعا: حركة الأمواج
٧٢٥-٧٢٢	خامسا: حركة المد والجزر
٧٢٧-٧٢٥	سادسا: التيارات البحرية
٧٣٦-٧٢٧	سابعا: الرقرف القاري
٧٥٩-٧٣٧	الفصل الثامن: طبوغرافية الجزر القطرية
٧٤٧-٧٣٩	أولا: مجموعة جزر الساحل الشرقي
٧٤٨-٧٤٧	ثانيا: مجموعة جزر الساحل الشمالي
٧٥٩-٧٤٨	ثالثا: مجموعة جزر الساحل الغربي
٧٧٢-٧٦١	الفصل التاسع: جيولوجية الجزر القطرية
٧٧٠-٧٦٣	أولا: التابع الطبقي للصخور
٧٧١-٧٧٠	ثانيا: البنية الجيولوجية للجزر القطرية
٧٧٢-٧٧١	ثالثا: التطور الجيولوجي للجزر القطرية
٨٠٥-٧٧٣	الفصل العاشر: جيومورفولوجية الجزر القطرية
٧٧٨-٧٧٥	أولا: أقسام الجزر القطرية
٨٠٥-٧٧٨	ثانيا: الأشكال المورفولوجية

٨١٨-٨٠٧	الخاتمة والتوصيات:
٨١٨-٨٠٩	أولا: الخصائص العامة
٨١٤-٨٠٩	١- الباب الأول - شبه جزيرة قطر
٨١٨-٨١٤	٢- الباب الثاني - الجزر القطرية
٨٣٢-٨١٩	ثانيا: الجوانب التطبيقية للدراسة
٨٢١-٨١٩	١- العوامل الجغرافية الطبيعية وأثرها على توزيع السكان
٨٢٢	٢- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزيع المناطق الصالحة للزراعة
٨٢٣-٨٢٢	٣- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمناطق الرعي
٨٢٧-٨٢٤	٤- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمكامن البترول
٨٢٩-٨٢٧	٥- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزيع الثروة السمكية
٨٣١-٨٢٩	٦- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بالمستوطنات البشرية
٨٥٠-٨٣٣	قائمة المصادر والمراجع المتخصصة والعامة
٨٤١-٨٣٥	أولا: المصادر والمراجع العربية
٨٥٠-٨٤٢	ثانيا: المصادر والمراجع غير العربية
٩٠٠-٨٥١	الملاحق:
٨٧٠-٨٥٣	أولا: جداول الفصل الرابع - مناخ شبه جزيرة قطر
٨٧٧-٨٧١	ثانيا: جداول الفصل السادس - موارد المياه في شبه جزيرة قطر
٩٠٠-٨٧٩	ثالثا: تعريب المصطلحات العلمية التي وردت في فصول الكتاب

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الجغرافيا بفرعيها من العلوم الديناميكية، لارتباطها ببيانات متجددة، وإحصاءات متغيرة، فكان لابد من استخدام أساليب التحليل متقدمة، وتقنيات متطورة، تخدم بقدر الإمكان الخطة التي انتهجتها، والموضوعات التي اشتملتها هذه الخطة دون أن يؤثر هذا المنحى على المحتوى، ويطبعه بطابع كمي بحث، لما في ذلك من مآخذ قد تنأى بنا بعيدا عن المحيط الذي نجول فيه. وقد ارتأيت - من المفيد - أن أنوه للقراء الأعزاء وأكشف لهم وأخص بالذكر المتخصصين منهم، أنهم سيلاحظون بعض التفصيلات التي قد يرونها - من وجهة النظر الخاصة - أنها عملة، أو أن حجم بعض الفصول قد خرج عن المألوف مبالغة فيه، مما يعطي انطباعا بعدم تحري التناسق والتوافق بين موضوعات الكتاب.

ولكنني أستمح القراء العذر وأقول: بأن بعض الموضوعات تلقى أهمية خاصة، وهي كذلك، كالمناخ وموارد المياه، إذا عرفنا ما لهذين الموضوعين من أهمية حيوية لبلد يقع ضمن الإقليم المداري، ويتمتع بظروف الجفاف، ويبدو لي أن بعض الموضوعات رغم أهميتها محدودة في ذاتها، مقتضبة في تفصيلاتها كفصلي الجيولوجيا، والتربة والنبات الطبيعي؛ لأن المطلوب إعطاء صورة للتوزيع وأشكاله وأنماطه وتفاعله ومحصلة وعلى كل حال سيتضح ذلك في التالي:

يعالج هذا الكتاب موضوع (دولة قطر - دراسة لظروف البيئة الطبيعية وعلاقاتها)، وينقسم إلى باين يضمن عشرة فصول، يختص الباب الأول بدراسة:

أولا: شبه جزيرة قطر: وتضم ستة فصول ناقشها الباحث كالتالي:

١- يبحث الفصل الأول في «طبوغرافية شبه الجزيرة» من حيث خصائص الموقع والمساحة، وتقسيم شبه الجزيرة إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية رئيسية لكل خصائصها مع الإشارة بنوع من التفصيل غير المفرط لبعض الوحدات الطبيعية



الثانوية ليزداد القارئ العادي معرفة، والمتخصص اهتماما وإضافة، وقد ضَمَّنَ الباحث في دراسته تحديد الوحدة الجغرافية وموقعها الفلكي والمساحة التي تشغلها، وميز بين الموجب والسالب من الظواهر الطبوغرافية بمقياس سطح البحر ومستوى سطح الأرض، واهتم بذكر أبعاد الظاهرة وارتفاعاتها وانحداراتها وعلاقاتها.

٢- يناقش الفصل الثاني «جيولوجية شبه الجزيرة» من حيث أهم التكوينات وتوزيعها أفقيا (مساحيا)، وأنماط هذا التوزيع، وتتبعها (رأسيا) طباقيا، وخصائصه وعلاقة ذلك بظواهر التخالف وعدم التوافق وبالبيئة الترسيبية، ثم دراسة البنية الجيولوجية لإبراز أهم التراكيب البنيوية الإقليمية والمحلية، وعالج هذا الفصل التطور الجيولوجي مرتكزا على النشأة والتكوين والتغيرات المناخية، وعبر قسمين شهدهما تأريخ قطر الجيولوجي، ما قبل الثلاثي، وما بعد الثلاثي.

٣- يعالج الفصل الثالث «جيومورفولوجية شبه الجزيرة» وفيه تصنيف لأشكال السطح الجيومورفولوجية: كالأشكال الساحلية، والسبخات، والأحواض المغلقة والمُسلّ المائية والأودية الجافة، والتلال والشواهد الجيرية، والأشكال الرملية الهوائية، وتوزيعها وأنواعها وأنماط هذا التوزيع، وطبيعة العلاقة بينها، وعوامل نشأتها وتشكيلها، وآثارها على عناصر البيئة الأخرى.

٤- ويشتمل الفصل الرابع على دراسة «مناخ شبه الجزيرة» وإلقاء الضوء على جانبين أساسيين هما: مجموعة العوامل التي تؤثر في مناخ شبه الجزيرة: كالموقع الفلكي، والموقع من كتل اليابس، والتضاريس، والكتل الهوائية، والتيارات البحرية، وعناصر المناخ المتمثلة في: الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء، وتوزيع الضغط الجوي والرياح، والمنخفضات الجوية، والتبخر، والرطوبة الجوية، ثم دراسة أهم مظاهر التكاثف والتركيز على الضباب والسحب والأمطار، مستخدمين بالإضافة إلى أساليب المعالجة والتفسير الوصفي، منهجية وأساليب كمية للتحكم في كثير من قضايا العلاقات والارتباطات، وتقيس درجات الصلة والتقارب أو التباعد، وتكشف مدى التركيز والانتشار بين مختلف الظواهر.

٥- ويظهر في الفصل الخامس معالجة «جغرافية التربة والنبات الطبيعي» وهما إحدى عناصر البيئة الطبيعية وركيزة أساسية، إذ يتأثر كل منهما بالآخر، ويخضعان معا للظروف المناخية والتكوينات الجيولوجية، لذا جنحت في دراسة التربة نحو مناقشة ضوابط التربة القطرية وعوامل تكوينها وتوزيعها، واتخذت من هذه العوامل أساسا لتصنيفها، ثم عرجت على دراسة خصائص التربة ومعالجة قطاعاتها وآفاقها، لأخلص إلى تصنيفها تبعا لمقدرتها الإنتاجية، ولعل حياة الكساء النباتي تتأثر نموا وتوزيعا وتركزا بعوامل بيئية طبيعية كانت أو بشرية، فنالت من الدراسة الأولية، تبعها دراسة تصنيفية للنبات وفق توزيعها المكاني، ويتفق في بعضها مع أنواعها بسبب انتشارها في مناطق كثيرة، ولكي يكتمل عقد هذا الفصل ذيلناه بمعالجة خصائص النباتات الطبيعية، وميزنا وفق تكيفها وملاءمتها لظروف البيئة القطرية بين ثلاثة أنواع رئيسية مع سرد أمثلة لكل منها.

٦- ولا يخفى على أحد ما لموارد المياه من أهمية حيوية في منطقة هامشية الموقع، صحراوية المناخ كقطر، فأفردنا الفصل السادس لدراسة «موارد المياه في شبه الجزيرة» دراسة مستفيضة، وعالجناها بداية بمياه متعددة المصادر: كالأمطار وخصائصها واحتمالات سقوطها ومعدلاتها وتقديراتها العامة، وتحديد أحواض التصريف وتقدير حجم التساقط عليها، والفاقد منها، ومقدار التغذية الجوفية وموازنة المياه السطحية، وختاما ركزنا على المياه الجوفية من حيث علاقتها بالتركيبة الجيولوجية وأنظمة الطبقات الخازنة لها ومصادرها واستخداماتها منزليا وزراعيا، وموازنتها أفقيا ورأسيا، ودراسة خصائص هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية مياه الآبار، ومدى التغير في ملوحتها، والمشكلات المترتبة على كل ذلك، وكيفية المحافظة عليها.

ويختص الباب الثاني بدراسة:

ثانيا: الجزر القطرية: وقد تمت معالجتها من خلال أربعة فصول:

١- اهتم الفصل السابع بدراسة «الخصائص العامة لمياه قطر الإقليمية»، من حيث: الموقع والمساحة، وخطوط أعماق مياه الخليج العربي، وملوحة المياه السطحية، وحركة كل من الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية ثم دراسة لخصائص الرفرف القاري.

٢- وفي الفصل الثامن تمت معالجة «طبوغرافية الجزر القطرية» بتصنيفها على أساس الموقع من شبه الجزيرة إلى ثلاث مجموعات، وحاولنا تحديد مساحات وأبعاد الجزر وأطوال سواحلها، ودراسة الوحدات الجغرافية الطبيعية في جزر كل مجموعة كلما سنحت الفرصة بذلك، ومقارنتها مع ما يقابلها من الساحل الغربي لقطر.

٣- تعرض الفصل التاسع لـ «جيولوجية الجزر القطرية» وفيه ناقشنا ثلاثة موضوعات أساسية تمثلت في توزيع الصخور وخصائص تتابعاتها الطباقية، والبنية الجيولوجية، ومن ثم التطور الجيولوجي.

٤- ركزت الدراسة اهتمامها في الفصل العاشر على «جيومورفولوجية الجزر القطرية» وعالجناها عبر جانبين، اختص الجانب الأول بأقسام الجزر القطرية التي تم تصنيفها على أساس النشأة والتكوين، وانفرد الجانب الثاني بدراسة الأشكال الجيومورفولوجية التي تماثل من حيث التصنيف الأشكال في شبه جزيرة قطر.

وقد حاولت جاهدا وبعد طول عناء أن أذيل المؤلف بملاحق إضافية، استخلصتها من بين الكم الهائل من البيانات، وتعريب للمصطلحات العلمية، علها تفيد القارئ والاختصاصي، ولهذا خرج الكتاب في ثوب جديد مدعما ومزودا بعدد كبير من الخرائط والرسومات والأشكال البيانية والملاحق التي قد تعين القارئ أو أي باحث قد يفكر في إضافة ما يستجد؛ لأن علم الجغرافيا كما ذكرنا متجدد.

ولا يفوتني في هذا المقام من تقديم الشكر والتقدير لكل من ساهم أو حاول أو دأب على تشجيعي لإخراج هذا الكتاب، وأخص منهم الأخ الدكتور سيف الحجري، والقائمين على إدارة البحوث الزراعية والمائية، مديرا ورؤساء شعب ومهندسين، وعرفانا بالجميل، وتقديرا للجهود، فلا أخالني أنزع حقا أو أستبيح وقتا بذله الأستاذ/ عطا الله محمد حنيطي في مراجعة لغوية لنصوص كنت أعرضها عليه، بكل اهتمام واقتدار، فجزاه الله عني كل خير.

وكلمة أخيرة أقولها: كم هي جديرة قطر الحبيبة بكتاب يدرس الأرض التي عليها بحصيرها الأصفر وبساطها الأخضر، ومحاسن صحرائها لنرى كيف

نستغلها، ومساوئها لنفكر في ماهية التحدي والاستجابة لها، ومع ذلك فأرضها جواد، وماؤها فرات، فكم كنت أود أن يكون لي شرف تحرير هذا الكتاب، ولسان حالي يقول: هل يا ترى ستتاح لي الفرصة يوماً، ويجد المؤلف إلى النور باباً؟.

فالدراصة التي أقدمها اليوم ليست سوى حجر في البناء الكبير الذي افتخر أن أشارك في تشييده، وكم كنت أتضرع إلى العلي القدير أن يهيني الحول والقوة (فلا حول ولا قوة إلا بالله) لأغرس غرستي، وأسقي زرعتي، وأجني ثمرتي، لأطعم إلفتي، فأجد ضالتي، وأحقق أمنيتي، عساي أرد لقطر الحبيبة شيئاً مما أحاطني به من حنان وبر وعطف وإحسان.

كما وأنتي أرحب بكل ما يقدمه المختصون والقراء من نقد بناء، وفكر معطاء، وملاحظات وتعليقات تسهم مستقبلاً بمزيد من الإفادة وتوخي الدقة. علنا نحقق ما نرجوه.

فالعون لا أستمده إلا من الله، والتوفيق لا يمنحني إلا إياه، فعليه أتوكل سبحانه وإليه أنيب، فهو رب العرش العظيم.

المؤلف
د/محمد عبد الله ذياب

الدوحة في: ١٣ ربيع الأول ١٤٢١هـ
١٥ يونيو (حزيران) ٢٠٠٠م



قائمة الخرائط والأشكال الباب الأول: شبه جزيرة قطر

الفصل الأول: طبوغرافية شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٣٨	خريطة موقع قطر من حوض الخليج العربي	١-١
٤٠	خريطة مقترحة للوحدات الجغرافية الطبيعية	٢-١
٤١	خريطة طبوغرافية للقطاع الجنوبي لشبه قطر	٣-١
٤٢	خريطة طبوغرافية للقطاع الساحلي الغربي	٤-١
٤٣	خريطة طبوغرافية للقطاع الأوسط لشبه جزيرة قطر	٥-١
٤٦	خريطة طبوغرافية للقطاع الشمالي الأوسط	٦-١
٤٨	خريطة طبوغرافية للقطاع الشمالي	٧-١
٥٤	خريطة طبوغرافية للقطاع الساحلي الجنوبي الشرقي	٨-١
٥٦	خريطة توزيع الأشكال الرملية في الجزء الجنوبي الشرقي لقطر	٨-١
٥٨	خريطة الارتفاعات في شبه جزيرة قطر	١٠-١
٦١	خريطة التضاريس المحلية (النسبية) لسطح شبه جزيرة قطر	١١-١
٧٤	خريطة كوريلث معدل الانحدار لسطح شبه جزيرة قطر	١٢-١

الفصل الثاني: جيولوجية شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
١١٥	خريطة جيولوجية ملخصة لشبه جزيرة قطر	١-٢
١١٧	قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الشمالي (رأس أم صاع-النقية)	٢-٢
١١٨	قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة الخور	٣-٢
١١٩	قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الأوسط (أم صلال-دخان)	٤-٢
١٢٥	قطاع تضاريسي جيولوجي للقسم الجنوبي (مصعب الزيت-النخش)	٥-٢
١٢٦	قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة وادي العريق (جنوب أبو سمرة)	٦-٢
١٢٨	قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة نقيان قطر (الجنوب الشرقي)	٧-٢
١٣٢	قطاعات جيولوجية رأسية (A1, A20, P23, P22b, 3A) تمثل العلاقة بين الخصائص الاستراتيجرافية والليثولوجية.	٨-٢
١٣٣	قطاع جيولوجي رأسي (P29) يمثل العلاقة الاستراتيجية الليثولوجية.	٩-٢
١٣٥	قطاعات جيولوجية رأسية لمنطقة دخان والجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر.	١٠-٢
١٣٨	خريطة توزيع السحانات الإرسائية في شبه جزيرة قطر والبحرين والساحل الشرقي للعربية السعودية.	١١-٢
١٥٢	خريطة البنية الجيولوجية لشبه جزيرة قطر.	١٢-٢
١٦٠	خريطة الدرع والرفرف العربي.	١٣-٢
١٦٤	خريطة تطور خط الساحل القطري منذ نهاية الإيوسين.	

الفصل الثالث: جيومورفولوجية شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
١٧٦	خريطة مورفولوجية لشبه جزيرة قطر	١-٣
١٧٩	خريطة مورفولوجية لخليج زكريت ودوحة الحصين	٢-٣
١٨١	خريطة مورفولوجية للقسم الجنوبي لخليج زكريت	٣-٣
١٨٤	خريطة مورفولوجية لدوحات بن رحال وأم الماء وأسيود وشبه جزيرة أم حيش	٤-٣
١٩٠	خريطة مورفولوجية لمنطقة الخور والذخيرة	٥-٣
١٩٤	خريطة مورفولوجية لمنطقة خور العديد	٦-٣
٢٠٩	خريطة توزيع السبخات الساحلية والقارية في شبه جزيرة قطر	٧-٣
٢١٤	خريطة توزيع كثافة الأحواض المغلقة في شبه جزيرة قطر	٨-٣
٢١٦	قطاعات تصاريسية عرضية لأحواض تصريف مغلقة مختارة (أ) طاقة، المرخية، فليحة، وسودانثيل	٩-٣
٢٢٢	خريطة توزيعية لكثافة المسل المائية وروافدها في قطر.	١٠-٣
٢٢٦	المرج التوزيعي التكراري لفئات مساحات أحواض المسيلات المائية	١١-٣
٢٣١	خرائط شبكات التصريف الرئيسية وروافدها	١٢-٣
٢٣٧	خرائط خطوط الارتفاعات المتساوية لأحواض المسيلات المائية	١٣-٣
٢٤٠	التكامل الهيسومتري لأحواض المسل المائية	١٤-٣ ب
٢٤٦	المنحنيات الكليينوجرافية لأحواض المسل المائية	١٥-٣
٢٦١	القطاعات الطولية لمجاري الأودية الرئيسية المختارة	١٦-٣
٢٦٤	القطاعات العرضية للأودية الرئيسية المختارة	١٧-٣
٢٨٢	المنحنى الالتمتري التكراري للقمم فئات (٥) م	١٨-٣
٢٨٤	الهستوجرام الالتمتري التكراري (الخط البياني للقمم التكرارية)	١٩-٣

الفصل الرابع: مناخ شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
١٠٣	خريطة توزيع مواقع الرصد حسب المناطق في شبه جزيرة قطر.	١-٤
٣٠٤	خصائص المتوسط الشهري للإشعاع الشمسي وعلاقاته لمواقع رصد مختارة.	٢-٤
٣٠٩	خصائص متوسط طولي النهار والليل وعدد ساعات سطوع الشمس في مواقع رصد مختارة.	٣-٤
٣١٩	الاتجاهات الحديثة للحرارة في موقع رصد الدوحة للفترة (٦٢-٩٣).	٤-٤
٣٢٠	الاتجاهات الحديثة للحرارة في مواقع رصد مختارة للفترة (٨٠-٩٢).	٥-٤
٣٢٧	التغيرات الحرارية في مواقع رصد مختارة	٦-٤
٣٣٣	خصائص الضغط الجوي في موقع رصد الدوحة للفترة (٧٤-٩٤).	٧-٤
٣٣٧	خرائط توزيع نطاقات الضغط الجوي على فصول السنة.	٨-٤
٣٤٤	المدرج التكراري للمتوسط اليومي لسرعة الرياح في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).	٩-٤
٣٤٦	وردات الرياح ومحصلتها والرسم البياني التخطيطي للمتوسط السنوي للرياح في موقع رصد الدوحة.	١٠-٤
٣٥٠	المدرج التكراري ومدرج عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة في موقع رصد الدوحة.	١١-٤
٣٥٢	الاتجاهات الحديثة لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة لموقع رصد الدوحة (١٩٦٢-١٩٩٤).	١٢-٤
٣٥٥	مدرجات عدد أيام هبوب الزوايع الترابية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).	١٣-٤
٣٥٧	مدرجات تكرارية لعدد الزوايع الترابية/اليوم موزعة حسب أشهر السنة في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).	١٤-٤
٣٥٩	الاتجاهات الحديثة لعدد مرات هبوب الزوايع الترابية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)	١٥-٤

تابع الفصل الرابع: مناخ شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٣٦٢	مدرجات عدد أيام حدوث ظاهرة الضباب (الشهرية والمجموع السنوي والتكراري) في موقع رصد الدوحة (١٩٦٢-١٩٩٤).	١٦-٤
٣٦٥	مضلعات السلسلة الزمنية لعدد أيام حدوث ظاهرة الشبورة في موقع رصد الدوحة (الرؤية بين ١٠ - ٥٠٠٠ متر).	١٧-٤
٣٦٩	المنحنيات التكرارية لعدد أيام حدوث ظاهرة الشبورة في موقع رصد الدوحة موزعة حسب فصول السنة وشهر يوليو.	١٨-٤
٣٧٦	مدرجات عدد أيام حدوث الرعد والبرق في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور وفصول السنة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).	١٩-٤
٣٧٨	مدرجات عدد أيام حدوث ظاهرة الرعد والبرق في موقع رصد الدوحة موزعة حسب السنوات (١٩٦٢-١٩٩٤).	٢٠-٤
٣٨٣	المعدلات الشهرية لكمية التبخر موزعة حسب شهور وفصول السنة لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٦-١٩٩٤).	٢١-٤
٣٨٨	العلاقة بين درجات الحرارة وكمية التبخر اليومية في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة.	٢٢-٤
٣٩١	العلاقة الدالية بين فئات درجات الحرارة وكمية التبخر اليومية في مواقع رصد مختارة.	٢٣-٤
٣٩٣	العلاقة الدالية بين فئات الرطوبة النسبية والمتوسط اليومي للتبخر في مواقع رصد مختارة.	٢٤-٤
٣٩٧	العلاقة بين الرطوبة النسبية وكمية التبخر اليومي في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة.	٢٥-٤
٣٩٩	مدرج ومنحنى المتوسطات الشهرية لضغط بخار الماء في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور وفصول السنة.	٢٦-٤
٤٠٠	منحنيات العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وضغط بخار الماء في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور السنة.	٢٧-٤

تابع الفصل الرابع: مناخ شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٤٠٠	مدرج ومنحنى المتوسطات الشهرية لدرجة حرارة نقطة الندى في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور السنة.	٢٨-٤
٤٠٣	العلاقة بين الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور وفصول السنة.	٢٩-٤
٤٠٨	مقارنة التغير في متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية في مواقع رصد مختارة موزعة حسب شهور السنة.	٣٠-٤
٤١١	مدرجات العلاقة بين عدد أيام ظهور السحب ومجموع كمية الأمطار ومتوسط عدد ساعات سطوع الشمس في موقع رصد الدوحة موزعة حسب شهور السنة.	٣١-٤
٤١٢	خط الاتجاه العام لتكرارات حدوث السحب في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٨١-١٩٩٤).	٣٢-٤
٤١٧	خريطة خطوط المطر المتساوية (المتوسط العام ملم) للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	٣٣-٤
٤١٩	خريطة خطوط الانحرافات المعيارية المتساوية للأمطار السنوية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	٣٤-٤
٤٢١	خريطة خطوط معاملات التغير المتساوية للأمطار السنوية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	٣٥-٤
٤٢٣	خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم (٨٤/٨٥).	٣٦-٤
٤٢٤	خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم (٨٧/٨٨).	٣٧-٤
٤٢٦	خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم (٩١/٩٢).	٣٨-٤

تابع الفصل الرابع: مناخ شبه جزيرة قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٤٢٨	خطوط اتجاهات المتوسط السنوي للأمطار والتغيرات التي تحدث لها في شبه جزيرة قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	٣٩-٤
٤٣٣	خريطة النسب المئوية لتركز الأمطار في شهور يناير، فبراير ومارس للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢).	٤٠-٤
٤٣٨	متجهات الأمطار الشهرية ومحصلتها النهائية في شبه جزيرة قطر.	
٤٤٣	معدلات الأمطار الشهرية والفصلية لمواقع رصد مختارة للموسم (٧٢/٩٢).	٤١-٤ ٤٢-٤
٤٤٤	خريطة فصلية الأمطار في شبه جزيرة قطر (نسبة مئوية) للموسم (٧٢/٩٢).	٤٣-٤
٤٤٨	خريطة خطوط المطر المتساوية (أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة ملم) في شبه جزيرة قطر لعام (١٩٨٨).	٤٤-٤
٤٤٩	خريطة خطوط المطر المتساوية (أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة ملم) في شبه جزيرة قطر لعام (١٩٩٢).	٤٥-٤
٤٥٢	مدرجات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام الممطرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٨٨).	٤٦-٤
٤٥٢	مدرجات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام الممطرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٩٢).	٤٧-٤
	الفصل الخامس: جغرافية التربة والنبات الطبيعي:	
٤٥٨	خريطة توزيع التربة القطرية.	
٤٧١	شكل العلاقة بين نسبة الصلصال وكربونات الكالسيوم	١-٥
٤٨١	قطاعات رأسية للتربة القطرية.	٢-٥

الفصل السادس: موارد المياه في قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٥٢٩	مضلعات متوسط الأمطار الشهرية لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢).	١-٦
٥٣١	التغيرات السنوية في كمية الأمطار لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢).	٢-٦
٥٣٤	مدرجات التوزيع التكراري لمجموع كمية الأمطار السنوية وأعلى هطول في قطر وموقع رصد الدوحة لفترات ومواسم مختلفة.	٣-٦
٥٣٨	المدرجات والمنحنيات التكرارية لتوزيع الجذر التربيعي لكمية الأمطار وأعلى هطول في قطر والدوحة لفترات ومواسم مختلفة.	٤-٦
٥٤١	المنحنيات التكرارية النسبية والاحتمالية التراكمية لمجموع الأمطار وأعلى هطول في قطر والدوحة لمواسم مختلفة.	٥-٦
٥٤٥	خريطة احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	٦-٦
٥٤٧	خرائط احتمالات (%) سقوط فئات أمطار (٢٥-٢٠٠) ملم.	٦-٧أ
٥٥٤	احتمالات وفترات رجوع الأمطار السنوية وأعلى هطول في الدوحة وقطر لمواسم مختلفة.	٨-٦
٥٥٦	العلاقة بين فترة الرجوع وأقوى الزخات من الأمطار في يوم واحد في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).	٩-٦
٥٥٩	تحليل احتمالات الأمطار السنوية وفترات رجوعها.	١٠-٦
٥٦٣	العلاقة بين المعدلات المعيارية للأمطار في القسمين الشمالي والجنوبي لقطر وبين المجموع السنوي للأمطار في الدوحة.	١١-٦
٥٦٦	السلسلة الزمنية لحجم التساقط في شبه جزيرة قطر والقسمين الشمالي والجنوبي للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢).	١٢-٦

تابع الفصل السادس: موارد المياه في قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٥٩٤	قطاع عرضي هيدرولوجي (أ-ب) لشبه جزيرة قطر.	١٣-٦
٥٩٧	قطاع عرضي هيدرولوجي (ج-د) لجنوب غرب شبه جزيرة قطر.	١٤-٦
٦٠١	خريطة توزيع حقول آبار المياه الجوفية وأحواض التصريف في قطر.	١٥-٦
٦٠٤	مدى التغير في استخراج المياه الجوفية المستخدمة للأغراض المنزلية (مليون م ^٣) من حقول الآبار للفترة (١٩٦٤-١٩٩٤).	١٦-٦
٦٠٧	إنتاج المياه المقطرة من محطتي أبو عبود وأبو فنتاس (٦٤-٩٤).	١٧-٦
٦١١	استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة). جالون/ السنة خلال الفترة (١٩٧٠-١٩٩٤).	١٨-٦
٦١١	تطور عدد السكان في قطر خلال الفترة (١٩٧٠-١٩٩٤).	١٩-٦
٦١٦	تطور أعداد آبار المياه الجوفية المستخدمة للأغراض الزراعية خلال المواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢).	٢٠-٦
٦١٩	خريطة توزيع آبار المتابعة والمراقبة في شبه جزيرة قطر.	٢١-٦
٦٢٤	تطور الكميات المستخرجة من المياه الجوفية والمستهلكة في ري المحاصيل الزراعية للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢).	٢٢-٦
٦٢٦	معدلات الإنتاج والاستهلاك من المياه الجوفية صيفا وشتاء للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢) موزعة حسب مناطق قطر.	٢٣-٦
٦٣١	موازنة المياه الجوفية وكمية العجز (مليون م ^٣) للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١) موزعة حسب مناطق قطر.	٢٤-٦
٦٣٨	خريطة مستوى الماء الباطني للنصف الشمالي لقطر (١٩٥٨).	٢٥-٦
٦٤٢	خريطة مستوى الماء الباطني لشبه جزيرة قطر (١٩٨٠).	٢٦-٦
٦٤٤	خريطة مناسيب المياه الجوفية (١٩٧١) لشبه جزيرة قطر.	٢٧-٦
٦٤٥	خريطة مناسيب المياه الجوفية (١٩٨٨) لشبه جزيرة قطر.	٢٨-٦

تابع الفصل السادس: موارد المياه في قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
٦٤٨	خريطة التغير في مستوى الماء الجوفي للفترة (٧٤-٨٠).	٢٩-٦
٦٥٠	خريطة خطوط التغير المتساوية في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٨٢-١٩٧١).	٣٠-٦
٦٥٢	خريطة خطوط التغير المتساوية في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٨٢-١٩٨٨).	٣١-٦
٦٧١	خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الكلية (سبتمبر ١٩٧١).	٣٢-٦
٦٧٤	خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الكلية (أكتوبر ١٩٨٢).	٣٣-٦
٦٧٦	خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الكلية (سبتمبر ١٩٨٨).	٣٤-٦
٦٨٥	خريطة التغير في ملوحة المياه الجوفية (١٩٧٢-١٩٨٠).	٣٥-٦
٦٨٨	خريطة خطوط التغير المتساوية في ملوحة المياه الجوفية للفترة (١٩٨٢-١٩٧١).	٣٦-٦
٦٩٠	خريطة خطوط التغير المتساوية في ملوحة المياه الجوفية للفترة (١٩٨٨-١٩٧٢).	٣٧-٦

قائمة الخرائط والأشكال

الباب الثاني: الجزر القطرية

الصفحة	الموضوع	الشكل
	الفصل السابع	
٧١٤	خريطة دولة قطر (شبه الجزيرة والجزر والمياه الإقليمية)	١-٧
٧١٦	خريطة خطوط تساوي أعماق المياه الإقليمية لدولة قطر	٢-٧
٧١٧	قطاعات عرضية لقاع الخليج العربي ومياه قطر الإقليمية	٣-٧
٧٢٠	خريطة خطوط تساوي متوسط ملوحة المياه السطحية الإقليمية لدولة قطر	٤-٧
٧٢١	خريطة خطوط تساوي أعماق مياه الخليج العربي	٥-٧
٧٢٤	منحنيات المد والجزر موزعة حسب شهور السنة	٦-٧
٧٢٦	خريطة التيارات البحرية الشمالية	٧-٧
٧٣٠	قطاع عرضي للرفرف القاري القطري بين الحور وجزيرة حالول	٨-٧
٧٣١	قطاع تضاريسي عرضي للرفرف القاري بين مصب الزيت (مسيعد) وفشت العريف	٩-٧
	الفصل الثامن	
٧٤١	خريطة ارتفاعات جزيرة حالول	١-٨
٧٤٢	خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لجزيرة حالول	٢-٨
٧٤٣	قطاع تضاريسي عرضي لوسط جزيرة حالول	٣-٨
٧٤٤	خريطة ارتفاعات جزيرة شراعه	٤-٨
٧٤٦	خريطة ارتفاعات جزيرتي العالية والسافلية	٥-٨
٧٤٨	خريطة ارتفاعات الساحل الشمالي وجزره	٦-٨
٧٥٣	خريطة ارتفاعات أرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق	٧-٨
٧٥٦	مجموعة قطاعات تضاريسية لجزيرة حوار	٨-٨
٧٥٧	قطاع تضاريسي لأرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق	٩-٨

تابع الباب الثاني: الجزر القطرية

الصفحة	الموضوع	الشكل
	الفصل التاسع	
٧٦٥	الخريطة الجيولوجية لجزيرتي العالية والسافلية	١-٩
٧٦٦	الخريطة الجيولوجية لأرخبيل جزر حوار والجانب المقابل من شبه جزيرة قطر	٢-٩
٧٦٧	قطاع تضاريسي جيولوجي لجزيرة حوار (شمال خور مقطع)	٣-٩
	الفصل العاشر	
٧٧٧	خريطة مورفولوجية لجزر الساحل الشمالي	١-١٠
٧٨٠	خريطة مورفولوجية لأرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق .	٢-١٠
٧٨٦	خريطة لفشت الديبل وقطعتي جرادة والشجرة وأرخبيل جزر حوار	٣-١٠
٧٩٠	خريطة مورفولوجية لجزيرتي العالية والسافلية والساحل المقابل	٤-١٠
٧٩٤	خريطة مورفولوجية لجزيرة شراعوه	٥-١٠

قائمة الجداول - الباب الأول

الصفحة	الموضوع	الشكل
	الفصل الثاني:	
١٤١	سمك التكوينات الصخرية الرئيسة (متر) ونسبها المثوية مقارنة بالمجموع الكلى.	١-٢
١٤٤	خصائص سمك الأعضاء الصخرية (متر) ضمن التتابع الطباقى (من الأقدم إلى الأحدث)	٢-٢
	الفصل الثالث:	
٢٠٧	مساحة السبخات ونسبها المثوية فى قطر.	١-٣
٢١٢	توزيع الأحواض المغلقة حسب اللوحات الطبوغرافية.	٢-٣
٢٢١	أعداد المسل المائية الجافة وروافدها حسب اللوحات الطبوغرافية.	٣-٣
٢٢٥	مساحات أحواض المسل المختارة (كم ^٢).	٤-٣
٢٢٧	اتجاهات أحواض المسل المائية المختارة وقيم زوايا الاتجاه.	٥-٣
٢٢٧	أطوال أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة.	٦-٣
٢٢٨	القيم المحسوبة والمقاسة لعرض الحوض (كم ^٢).	٧-٣
٢٢٩	التوزيع التكرارى لفئات متوسط العرض (كم).	٨-٣
٢٣٢	أطوال محيطات أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة.	٩-٣
٢٣٣	نسب استدارة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة.	١٠-٣
٢٣٤	نسب استطالة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة.	١١-٣
٢٣٦	نسب تضرس أحواض المسل المختارة (م/كم).	١٢-٣
٢٣٨	درجات الوعورة لأحواض المسل المختارة.	١٣-٣
٢٣٩	التكامل الهيسومتري لأحواض المسل المختارة.	١٤-٣
٢٤٩	عدد الرتبة والفجاج والشعاب فى شبكات أحواض المسل المختارة.	١٥-٣
٢٥٠	أعداد الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتب.	١٦-٣
٢٥١	توزيع نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة على أحواض المسل المختارة.	١٧-٣

الصفحة	الموضوع	الشكل
٢٥٢	مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتبة (كم)	١٨-٣
٢٥٤	كثافات التصريف في أحواض المسل المختارة (كم/كم ^٢)	١٩-٣
٢٥٥	التوزيع التكراري لفئات الكثافة في أحواض المسل المختارة (كم/كم ^٢)	٢٠-٣
٢٥٧	نسب النسيج في أحواض المسل المختارة	٢١-٣
٢٥٧	العلاقة بين نسب النسيج وكثافات التصريف في أحواض المسل المختارة.	٢٢-٣
٢٥٨	تصنيف تكرارات تصريف أحواض المسل المائية المختارة	٢٣-٣
الفصل الرابع:		
٣٠٢	أهم مواقع رصد عناصر المناخ في قطر	١-٤
٣٠٥	بعض الخصائص التي تتفرد بها مواقع رصد الإشعاع الشمسي	٢-٤
٣٠٧	متوسط طولي النهار والليل (بالدقائق والساعات)	٣-٤
٣١٠	أعلى وأدنى متوسط يومي لعدد ساعات سطوع الشمس	٤-٤
٣١٣	مواقع الرصد المناخية المستخدمة في دراسة عناصر المناخ	٥-٤
٣١٦	المدى الحراري السنوي (درجة مئوية)	٦-٤
٣١٧	الخصائص الأساسية للحرارة في قطر	٧-٤
٣١٨	درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر	٨-٤
٣٢١	درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية والفصلية	٩-٤
٣٢٣	الخصائص الأساسية للحرارة في موقع رصد الدوحة	١٠-٤
٣٢٤	خصائص الاتجاهات الحديثة للحرارة خلال الفترتين في الدوحة	١١-٤
٣٣٥	مقارنة قيم المتوسط الشهري للضغط الجوي مع بعض المقاييس المختلفة	١٢-٤
٣٣٩	المتوسطات الشهرية والمعدلات السنوية لسرعة الرياح في مواقع رصد مختارة (عقدة/الساعة)	١٣-٤
٣٤٥	المعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح في الدوحة	١٤-٤

الصفحة	الموضوع	الشكل
٣٥١	الخصائص الأساسية لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) (عقدة/الساعة)	١٥-٤
٣٥٨	الخصائص الأساسية لتكرارات هبوب الزوابع الترابية في الدوحة	١٦-٤
٣٦٠	بعض خصائص الفترة الثانية لعدد أيام هبوب الزوابع	١٧-٤
٣٦٧	فئات عدد مرات حدوث ظاهرة الشايرة الدوحة للفترة (٦٢-٩٤)	١٨-٤
٣٦٨	توزيع مجموع فئات عدد مرات حدوث الشايرة حسب الفصول في الدوحة للفترة (١٩٦٢ - ١٩٩٤)	١٩-٤
٣٧٠	مقارنة بين المنخفضات الجوية والأعاصير المدارية	٢٠-٤
٣٨١	أكبر وأقل كمية تبخر في مواقع الرصد الرئيسية	٢١-٤
٣٨٩	مقارنة إحصائية بين فترات الذروة لمواقع رصد مختارة	٢٢-٤
٣٩٢	الاختلافات في قيم المتوسطات الشهرية للتبخر	٢٣-٤
٤٠١	متوسط الرطوبة النسبية في مختلف المواقع (%)	٢٤-٤
٤٠٦	التفاوت بين متوسطات الرطوبة النسبية (أكتوبر ونوفمبر)	٢٥-٤
٤١٣	الخصائص الأساسية لتكرارات السحب في الدوحة	٢٦-٤
٤١٥	مواقع الرصد المستخدمة في دراسة الأمطار	٢٧-٤
٤١٦	المتوسط العام والانحراف المعياري ومعامل التغير	٢٨-٤
٤١٨	حساب معدل التساقط المطري المعياري بنظام خطوط المطر	٢٩-٤
٤٢٠	معامل التغير في الأمطار السنوية في عدد من مواقع المقارنة	٣٠-٤
٤٢٩	الاتجاهات العامة للأمطار السنوية في شبه جزيرة قطر	٣١-٤
٤٣٥	نتائج حساب فصلية الأمطار في شبه جزيرة قطر (قيمة ت)	٣٢-٤
٤٣٩	حساب قرينة تركيز الأمطار والمحصلة النهائية	٣٣-٤
٤٤٠	قرائن التركيز الفصلي للأمطار حسب مواقع الرصد في قطر	٣٤-٤

الصفحة	الموضوع	الشكل
	الفصل الخامس:	
٤٦٣	توزيع أنواع التربة وسمك قطاعاتها ومساحاتها ونسبها المثوية .	١-٥
٤٦٨	الخصائص الطبيعية (الفيزيائية) لأنواع التربة في قطر	٢-٥
٤٧٢	العلاقة بين عمق القطاع وقوام التربة	٣-٥
٤٧٤	الخصائص الكيميائية لأنواع التربة في قطر	٤-٥
٤٧٧	خصائص تربيات المنخفضات (العمق صفر - ٣٠ ، ٣٠ - ٦٠)	٥-٥
٤٨٤	تصنيف التربة القطرية تبعاً لصلاحيتها الإنتاجية	٦-٥
٤٩٠	التوسع الأفقي في مساحة الأراضي المزروعة/دونم.	٧-٥
٤٩١	مساحة الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة/دونم.	٨-٥
٤٩٣	كمية الإنتاج (طن) ومتوسط الإنتاجية (طن/دونم) للمحاصيل .	٩-٥
٤٩٩	تسجيلات درجات الحرارة وضغط بخار الماء والرطوبة النسبية والتبخّر (١٩٩٢)	١٠-٥
	الفصل السادس:	
٥٣٠	التغيرات السنوية للأمطار (ملم) في مواقع رصد مختارة (٧٢-٩٢)	١-٦
٥٣٦	خلاصة اختبار وحساب قيم مربع كاي (X^2)	٢-٦
٥٣٧	نتائج حساب معاملات التواء ودرجات التفرطح للقيم المطرية المعتمدة	٣-٦
٥٤٠	حساب احتمالات قيم مختارة من الأمطار (ملم) من الرسومات البيانية الاحتمالية (%)	٤-٦
٥٤٣	تحديد احتمالات سقوط أدنى وأعلى كمية من الأمطار (ملم) في عدد من السنوات	٥-٦
٥٥٣	استنتاج احتمالات سقوط حدود مختارة من الأمطار السنوية (ملم) وفترات رجوعها	٦-٦
٥٥٥	استخلاص احتمالات سقوط أقصى كمية من الأمطار (ملم) وفترات رجوعها	٧-٦

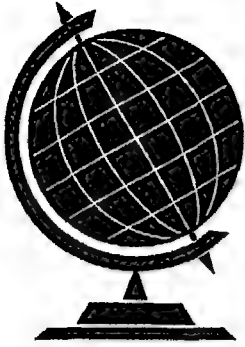
الشكل	الموضوع	الصفحة
٨-٦	استخلاص أقوى الرخات واحتمالات حدوثها وما يقابلها من فترات رجوع	٥٥٧
٩-٦	توزيع المساحة (كم ^٢) بين مناطق شبه جزيرة قطر الإدارية	٥٦٠
١٠-٦	إجراء مقارنة لمعدلات الزيادة ونسبها المثوية بين القسمين الشمالي والجنوبي.	٥٦١
١١-٦	تقديرات حجم التساقط على مناطق قطر للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٥٦٧
١٢-٦	توزيع أكبر كميات تساقط ومواسم سقوطها على مناطق قطر	٥٦٩
١٣-٦	توزيع أدنى كميات تساقط حسب المناطق ومواسم سقوطها	٥٧٠
١٤-٦	توزيع أعداد المسل المائئة ونسبها المثوية حسب المناطق	٥٧٠
١٥-٦	توزيع أحواض تصريف مياه الأمطار في قطر ومساحاتها (كم ^٢)	٥٧١
١٦-٦	مساحات أحواض تصريف مياه الأمطار في قطر (كم ^٢) موزعة حسب المناطق	٥٧٣
١٧-٦	حساب حجم التساقط على مناطق أحواض التصريف (مليون م ^٣) للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٥٧٤
١٨-٦	عدد الأيام المطيرة للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١) موزعة حسب المناطق	٥٧٩
١٩-٦	حساب كميات الفاقد عن طريق التبخر ومعدلاتها السنوية (مليون م ^٣)	٥٨٠
٢٠-٦	حساب كميات الفاقد من الأمطار عن طريق تشبع التربة (مليون م ^٣)	٥٨٤
٢١-٦	تغذية الخزانات الجوفية (مليون م ^٣) للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٥٨٦
٢٢-٦	نتيجة العلاقة بين مساحة كل منطقة وحجم التغذية ومعدلاتها	٥٨٨

الصفحة	الموضوع	الشكل
٥٨٩	موازنة المياه السطحية (معدل موسمي عام/ مليون م ^٣) للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٢٣-٦
٦٠٥	مقارنة بين الكميات المستخرجة من المياه الجوفية (مليون م ^٣) لعامي ١٩٧٥ ، ١٩٨٠ .	٢٤-٦
٦١٠	استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة) بالجالون للفترة (١٩٧٠-١٩٩٤)	٢٥-٦
٦١٥	توزيع عدد الآبار على مناطق قطر الرئيسة	٢٦-٦
٦٢٠	خصائص التعاقب الجيولوجي بمقياس بعض الآبار وأعماقها	٢٧-٦
٦٣٢	موازنة المياه الجوفية (مليون م ^٣) للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١) موزعة حسب مناطق قطر	٢٨-٦
٦٣٥	الموازنة الرأسية للمياه الجوفية (مليون م ^٣) للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٢٩-٦
٦٥٨	نتائج اختبار طبقة أبروق الخازنة للمياه الجوفية	٣٠-٦
٦٥٩	نتائج اختبار آبار المياه الجوفية الضحلة لطبقة عضو أبروق	٣١-٦
٦٦٠	مقارنة بين بعض الخواص الطبيعية لطبقة العلات في السعودية وعضو أبروق في شبه جزيرة قطر	٣٢-٦
٦٦١	نتائج اختبارات طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية	٣٣-٦
٦٦٦	نتائج اختبارات طبقات تكوين الرس في البحرين	٣٤-٦
٦٦٧	نتائج مستخلصة عن طريق ضخ المياه الجوفية من بعض الآبار للخواص الهيدروليكية لطبقة تكوين أم الراضومة	٣٥-٦
٦٧٨	تصنيف مياه الري حسب كمية تركيز مجموع الأملاح الصلبة الذائبة ودرجة إدمصاص الصوديوم في الماء	٣٦-٦
٦٩٢	التغير في قيم الملوحة على طول قطاع رأسي للبئر p22a	٣٧-٦
	المعايير الدولية للمياه الصالحة للشرب	٣٨-٦
٦٩٦	العلاقة بين درجات الحرارة العظمى ونسب تركيز الفلورايد	٣٩-٦



قائمة الجداول : الباب الثاني : جزر قطر

الصفحة	الموضوع	الشكل
	الفصل السابع:	
٧٢٣	معدلات المد والجزر حول سواحل قطر وجزرها (متر)	١-٧
٧٢٨	انحدارات الرفرف القاري حول سواحل الجزر القطرية	٢-٧
٧٣٢	انحدارات المقطع الغربي القريب من ساحل شبه جزيرة قطر	٣-٧
٧٣٣	معدلات انحدار ظاهرات المقطع الغربي	٤-٧
٧٣٤	انحدارات الرفرف حول جزيرة حالول (من الساحل - خط أعماق ١٠- م)	٥-٧
٧٣٤	الانحدارات حول جزيرة حالول بين خطي أعماق (١٠- ، ٢٠- م)	٦-٧
٧٣٤	الانحدارات حول جزيرة حالول بين خطي أعماق (٢٠- ، ٣٠- م)	٧-٧
	الفصل الثامن:	
٧٣٩	بعض الخصائص العامة لجزر الساحل الشرقي	١-٨
٧٤٧	بعض خصائص جزر الساحل الشمالي	٢-٨
٧٤٩	خصائص مجموعة أرخبيل جزر حوار والساحل الغربي لقطر	٣-٨
٧٥٠	توزيع مساحات وأطوال سواحل شبه جزيرة قطر وجزرها	٤-٨
٧٥٠	توزيع مساحات الجزر القطرية وأطوال سواحلها ونسبها المثوية	٥-٨
	الفصل العاشر:	
٧٧٩	حساب النسبة بين مساحات الجزر القطرية وأطوال سواحلها	١-١٠
٧٩٦	أنواع السبخات ومساحتها موزعة حسب الجزر القطرية	٢-١٠



الفصل الأول

طبوغرافية شبه جزيرة قطر

أولاً: الموقع والشكل والمساحة

ثانياً: طبوغرافية شبه جزيرة قطر ومناطقها الجغرافية

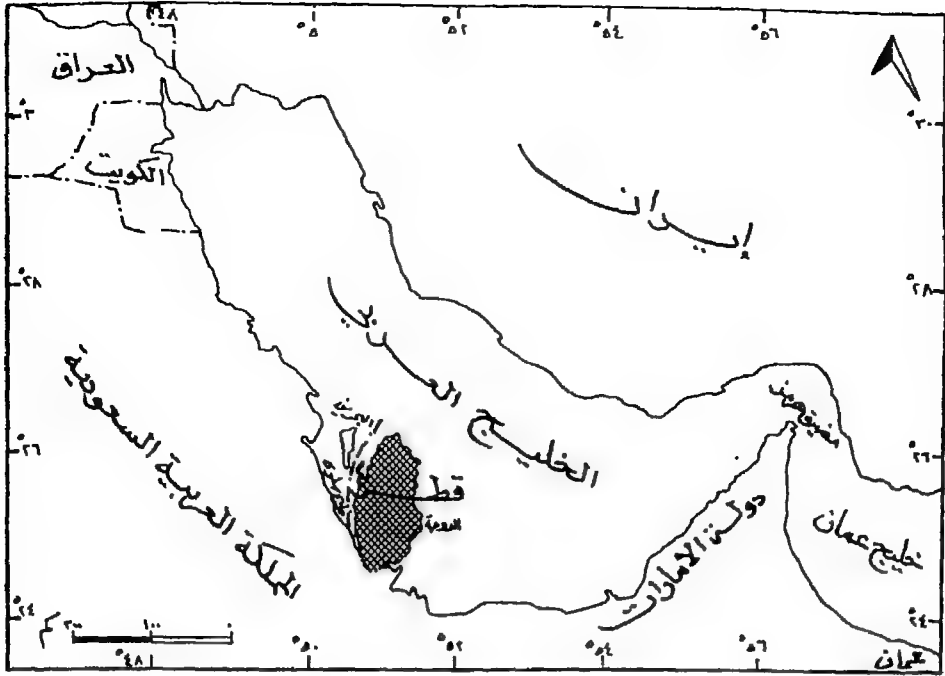
- ١ - منطقة السهل الساحلي
- ٢ - منطقة السهل الداخلي.
- ٣ - منطقة الحزوم الوسطى.
- ٤ - منطقة دخان.
- ٥ - منطقة الصحراء الجنوبية.
- (أ) منطقة العريق (العرايج).
- (ب) منطقة الطوار الميوسينية.
- (جـ) منطقة السطوح الصخرية.
- (د) منطقة الكثبان الرملية.

أولاً: الموقع والشكل والمساحة:

تقع شبه جزيرة قطر (خريطة رقم ١-١) عند النهاية الجنوبية الغربية للخليج العربي، أي أنها تمثل الحد الفاصل بين منطقة الهلال غير الخصب الممتد من «رأس مسندم حتى خور العديد»، ومن «أبو سمرة حتى أم قصر»، وتبرز كتتوء صخري وسط مياه الخليج فيما بين خطي عرض (٢٢ ١٨ ٢٤، ٣٠ ٢٧ ١ شمالاً، وخطي طول (٣٠ ٥٠، ٩ - ٥٣) شرقاً، وبهذا الامتداد تتخذ شكلاً طويلاً شمالي - جنوبي يتفق ومحور القوس القطري، حيث يبلغ أقصى امتداد لها من رأس ركن في الطرف الشمالي حتى أبعد نقطة على الحدود القطرية السعودية عند سوادنثيل في خط مستقيم حوالي (١٨٨) كم، وأقصى عرض لها بين الدوحة ودخان في خط مستقيم كذلك يبلغ في حدود (٨٥) كم، وتبلغ مساحة شبه جزيرة قطر وفق القياسات البلانيمترية والإحداثيات المتعامدة (١١٧٥٠) كم^٢.

أما موقعها المحلي فهي عبارة عن شبه جزيرة تحتضنها مياه الخليج العربي الدافئة من جهتي الشرق والشمال، ويشكل خليج سلوى منطقة الطية المقعرة الواقعة إلى الغرب منها، فحال دون اتصالها بساحل الإحساء والبحرين، إلا أنها تتصل بيباس الجزيرة العربية من جهة الرسغ القطري أي الجنوب، حيث يمتد القطاع البري من رأس خليج سلوى عند «أبو سمرة» حتى «خور العديد»، بعرض يبلغ على طول خط مستقيم (٤٢) كم، فهي بهذا الموقع وذلك الشكل أصبحت مفتوحة على مياه الخليج العربي مباشرة، فحققت الكثير من المزايا والخصائص التي انفردت بها دون سواها من الدول العربية المطلة على الخليج، فامتدادها الطولي في مياه الخليج مكن لها تصيد الرياح الحاملة للأمطار، ووَقَّر لها عنصر التحكم في حركة المياه والتيارات البحرية في الجزء الجنوبي الغربي من حوض الخليج العربي وحدد لها مساراتها، وأتاح لها إمكانية تخزين واستغلال شطوط اللؤلؤ ومصائد الأسماك ومكامن الزيت الخام في حقوله البحرية، وجعلها ممراً ومقراً للعديد من الموانئ والبواخر التي تعبر الخليج، فتزداد موانئها، الأمر الذي مكن لها سبل الاتصال الخارجي والاحتكاك المباشر بما يعود عليها بالنفع، والخير العميم.





شكل رقم (١) - (١) خريطة موقع قطر منه هو مض الخليج العربي

كما أن السواحل القطرية - رغم استقامة بعض قطاعاتها - تتميز بالعديد من التعاريج سواء كانت تقوسات لليابس داخل البحر كالرؤوس، التي منها رأس لفان، فهو من المواضع التي أصبح لها شأن عظيم بعد أن قررت الدولة وبدأت في تنفيذ مشروعات إنشاء أكبر مجمع صناعي بل وسكني على أرضه، إذ تنطبق عليه كغيره من التقوسات مواصفات الموقع وخصائص الموضع، أو تداخلات مائية ساحلية في اليابس كالأخوار والدوحات والخلجان جعلت منها ملاذات طبيعية، وملاجئ محمية للسكان والسفن معا، ومراكز انطلاق لها نحو البحر؛ لاستغلال ثرواته الطبيعية في فصل الصيف، ونحو الداخل لممارسة ما ورثوه من صيد وما احترفوه من رعي وزراعة في فصل الشتاء، كأنها رحلة الشتاء والصيف، بل هي كذلك.

ولئن دعت أهمية خصائص الموقع والشكل والمساحة إلى تحري دورها في إعطاء صورة مبسطة عن شخصية قطر الجغرافية، فإن التعرف على جوهر هذه الشخصية وانعكاساتها من أولويات هذه الدراسة التي سنعرض لها فيما بعد؛ لأن الشكل والمساحة وما تضمنه من ملامح ومظاهر طبوغرافية تبرز من خلالها

الشخصية الطبيعية لشبه جزيرة قطر، ما هي إلا نتاج عمليات البناء الجيولوجية، وتشكيل العوامل الخارجية.

ثانياً: طبوغرافية شبه جزيرة قطر ومناطقها الجغرافية:

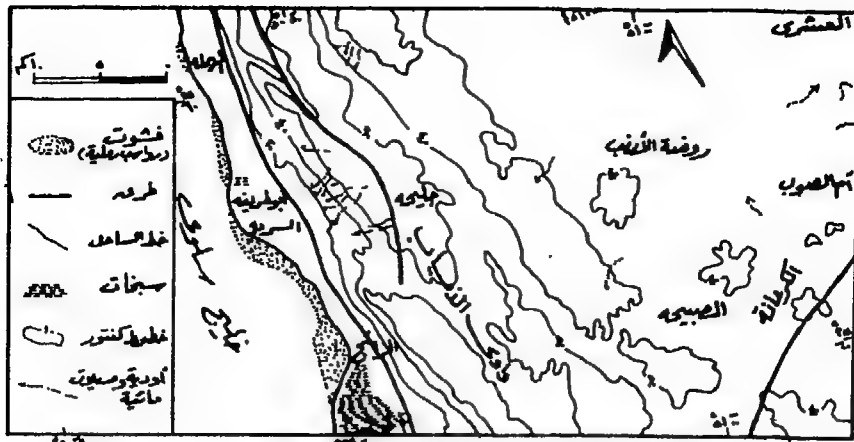
تتميز أراضي شبه جزيرة قطر بطبوغرافية متباينة، أنتجتها وحددت ملامحها العامة عمليات البناء الجيولوجية، ثم خضعت لعوامل التشكيل الخارجية، فأفرزت أشكالاً وظواهرات جيومورفولوجية ستفرد لها فصلاً خاصاً من هذه الدراسة، وإن كانت السمات التي اقترحناها تعكس لنا التباين الطبوغرافي الواضح على الخريطة الأوروغرافية Orographic Map، فإنها لا تكشف لنا عن الصورة الحقيقية للمناطق الجغرافية الطبيعية لشبه جزيرة قطر، لذا حاولنا تقسيمها إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية أهمها (خريطة رقم ١-٢).

١- منطقة السهل الساحلي:

يمكن اعتبار جميع أراضي شبه جزيرة قطر سهلاً ساحلياً ذا طابع صحراوي، ولكن اختيار هذه المنطقة كوحدة جغرافية طبيعية كان بهدف إظهار الفروق المجهريّة بينها وبين الداخل القطري، حيث يتميز الساحل - من ناحية - بتكوينات جيولوجية أحدث عمراً نسبياً، وتتوافر فيه - من ناحية أخرى - شروط مناخية وجيومورفولوجية وهيدرولوجية كثيفة ساحلية، بخلاف قارية الداخل.

يبلغ طول الساحل القطري من موقع «أبو سمرة» حتى حدود خور العديد مرورا بالرويس حوالي (٦٥٠) كم، تمتد المنطقة الساحلية من أبو سمرة (خريطة رقم ١-٣) في الجنوب الغربي على شكل شريط طولي باتجاه الشمال، تتفق في امتدادها مع محور القوس القطري عامة، ومحاور حلبة دخان بصفة خاصة، وهي على الساحل الغربي أضيق منها على الساحل الشرقي، إذ تبدو المنطقة في القطاع الممتد إلى الشرق من «أبو سمرة» متسعة ومستوية، يبلغ أقصى عرض لها فيما وراء رواسب السبخات حتى حزم المسحبية (٢، ٥) كم، تعتلها في بعض المواقع تجمعات من الرواسب الشاطئية تتراوح ارتفاعاتها بين (٣-٥) م، ثم تضيق المنطقة باتجاه الشمال بحيث لا يزيد عرضها على (٢٠٠) م عند غار البريد Ghar Al Burayd، بسبب اقتراب بعض الكتل الصخرية التي ترتفع إلى حوالي (٢٠) م من خط الساحل.





خريطة طبوغرافية للقطاع الساحلي الغربي
(شكل رقم ٤-١)

تأخذ المنطقة الساحلية بالاتساع الواضح نحو الشمال (خريطة رقم ٤-١) بعرض يبلغ (١,٣-١,٥) كم إلى أن يبلغ أقصاه (٣,٧) كم عند خط عرض (٢٥°ش)، تتخلل السطح هنا علوات موازية لخط الساحل ترتفع ما بين (٧-٨) م، تقل الارتفاعات في اتجاهين: الأول: نحو الداخل حيث نطاق من السبخات فتراوح ما بين (١-٣) م، وقد ينخفض السطح حتى مستوى سطح البحر عند أقدم المرتفعات، والثاني: نحو الشمال حيث يضيق الشريط الساحلي إلى حوالي (٥, ٠) كم، والارتفاعات ما بين (١-٤) م، تبدأ المنطقة من خط عرض «أبوطريفة» Abu Tyrayfah بالانفراج نحو الشمال لمسافة (٣, ٢) كم، ويعرض يحوم حول (٧, ٠-١, ٢) كم، ويحافظ السطح على استوائه وارتفاعاته، ولكنه انفراج مؤقت، قد تصل ذروة اتساعه عند «أم باب» Umm Bab على حساب الرواسب الرملية التي سمحت لها ظروف تقطع الكتلة الجبلية بالتوغل نحو الداخل في حدود (٤, ٤) كم، يتدرج السطح في هذا القطاع بالارتفاع كلما تقدمنا نحو الداخل، إذ تتراوح ما بين (٣-٧) م، تقطع تواتره بعض الربوات التي ترتفع (١٤-١٦) م، وبعض الأحواض المغلقة التي تتوسطها نقط مناسبة تبلغ ما بين (٣-٥) م خاصة أمام «الهملة» Al Hamlah.

يتفاوت إلى الشمال من «أم باب» (خريطة رقم ٥-١) اتساع المنطقة الساحلية أو ضيقها بقدر ما تقترب مرتفعات دخان من خط الساحل أو العكس، فيبلغ اتساع

المنطقة أمام «الفحيحيل» (١٥٠) م، ثم تختفي إلا من أشرطة ضيقة جدا عند «رأس الصبانة» Ra's Al Sabbanah، ثم تظهر ثانية وبشكل واضح أمام رأس دعسة Ra's Da'sa إذا ما وضعنا في الاعتبار فرشات الرمال التي تتوغل وسط النطاق الجبلي إلى الجنوب من دخان، فيبلغ اتساع المنطقة على هذا الأساس حوالي (٣,٥) كم في حدها الأعلى، ومن (١,٥-٣,١) كم في حدها الأدنى، ويلاحظ أن طبوغرافية الأرض في هذا القطاع تتميز بالارتفاع التدريجي كلما توجهنا صوب حلبة دخان مع التزامه بخصائص الاستواء، فيتراوح ما بين (٢-١٤) م، ولكن انحدارات سطحه لا ترقى حتى إلى نصف درجة، وإلى الشمال من «رأس دعسة» تنحصر المنطقة في شريط ساحلي ضيق يبلغ عرضه حتى رأس دخان ما بين (١٠٠-٩٠٠) م، ولكن ما يميزه انحدار خطين للتصريف، ينطلق الأول الواقع على مسافة (١,٥) كم شمال مدينة دخان من خط ارتفاع (٢٤) م حتى ساحل خليج سلوى في الغرب، بطول يبلغ حوالي (٢,٥) كم، ومعدل انحدار يزيد على نصف درجة بقليل، ويتفق الثاني مع نفس الاتجاه ولكنه يبدأ من ارتفاع (١٤) م، وبطول أقل، حيث يبلغ (١,٤) كم، ومعدل انحدار قد يفوق قليلا قيمة المجرى الأول، وفيما عدا ذلك فالسطح مستو، وتبرز بعض الرؤوس ذات الأطراف المعقوفة باتجاه الجنوب فتشكل ما يشبه الدوحات، ومثالها «رأس الغارية» Ra's Al Ghariyah، و «رأس دعسة»، أما رأس دخان فيقع في أقصى الطرف الشمالي لحلبة دخان، ويتميز بالاستقامة وبطول (٢٧٠) م.

إذا كانت المنطقة الساحلية بين «أبو سمرة ورأس دخان» تتميز بالاستقامة نسبيا، فإن ساحلها باتجاه الشمال حتى الرويس يكتنفه العديد من التداخلات المائية المستديرة منها والمستطيلة (ستوضح خصائصها عند دراسة أشكال السطح)، وتضيق المنطقة تارة وتختفي أخرى حتى مركز الشرطة في شمال «شبه جزيرة أبروق»، فيبلغ اتساعها إلى الجنوب من رأس أبروق حوالي (٣,٥) كم، وتحول دون اتصال أوصالها في هذا الموقع مجموعة من القنوات تفتش أرضيتها رواسب رملية تظهر أثناء عملية الجزر، وتغشاها مياه المد العالي عبر ثغرات مفتوحة أمام «جزر الدواخيل»، حيث تبلغ أطوالها بين (٣,٥-٤) كم. وعلى طول الساحل الغربي لأبروق تضيق المنطقة إلا من قطاع يقع في منتصف القسم الجنوبي منها، يبلغ

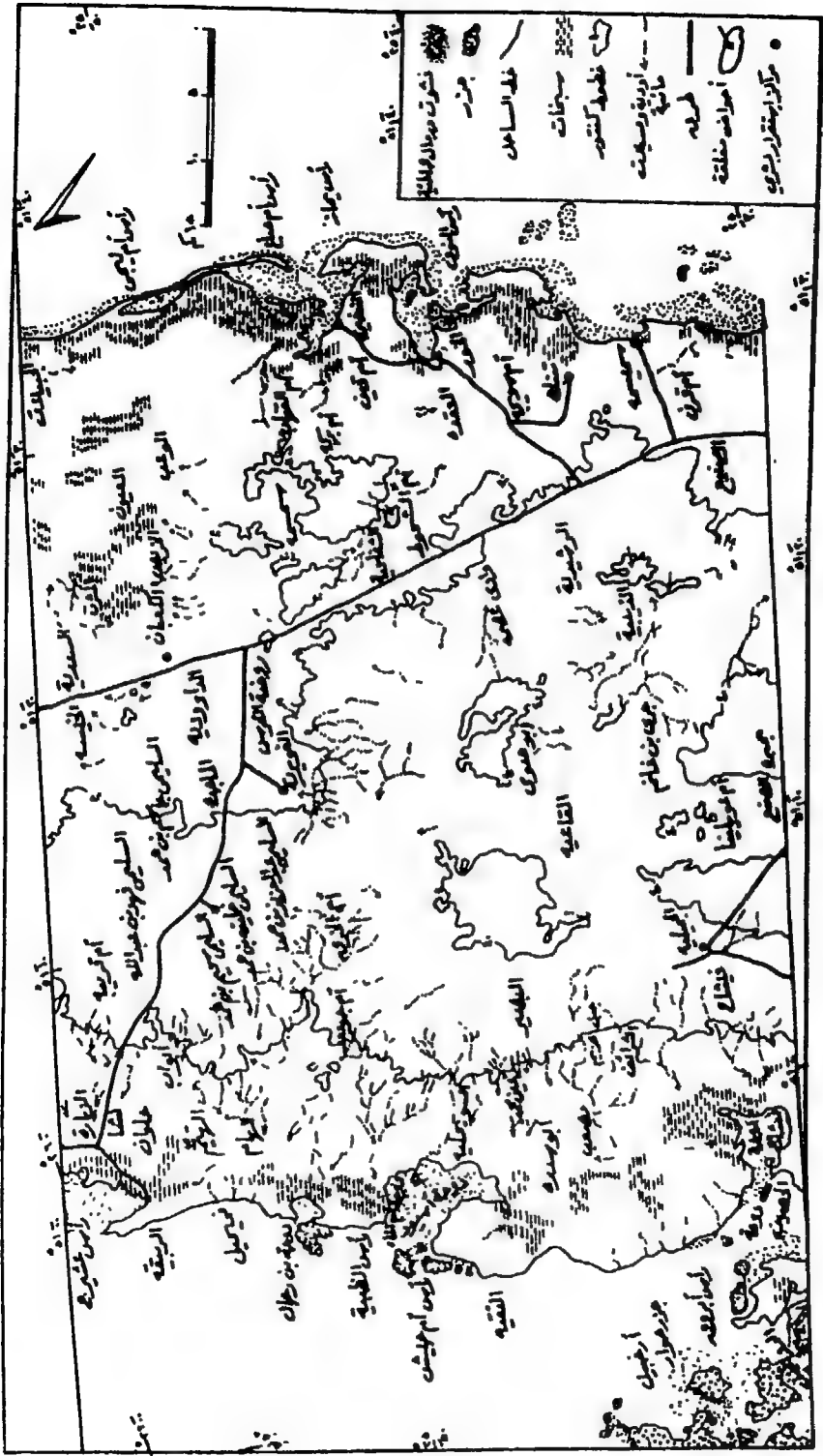
عرضه (١,٢-١,٩) كم، أما السطح فيستدرج ارتفاعه من (١-٣) م، نحو رتبة صغيرة تعلوها قمة تبلغ (٥) م.

والى الشرق من «دوحة الحصين» يبلغ اتساع المنطقة الساحلية (٢,٥ - ٣,٢) كم، ويرتفع سطحها ما بين (٢-٥) م، وقد تتجاوز بعض الربوات في ارتفاعها هذه القيم، فسمجلت (٧-١١) م، يتصل هذا القطاع في الشمال «بدوحة فيشاخ» (خريطة رقم ١-٦) التي تتسع فيها المنطقة باتجاه الشرق فتبلغ (١,٥) كم، والشمال الشرقي على حساب السبخات والرواسب الشاطئية إلى (٤,٤) كم، وامتدادها بين الغرب والشرق (٥,٥) كم، ويلاحظ أن المنطقة تتميز بسطح منبسط تبلغ ارتفاعاته ما بين (١-٣) م، وقد تظهر أسافين صخرية وسط نطاق السبخات ترتفع من (٧-١١) م، وبعض الحواف الصخرية تطل بواجهاتها على المنطقة من علو يتراوح بين (٦-١٠) م، وعدد من خطوط التصريف المائي تنحدر إليها من التلال الشرقية المجاورة التي ترتفع إلى أكثر من (٣٠) م، ولكنها تقف عاجزة أمام اختراق نطاق السبخات مما يؤدي إلى اختفائها.

والى الشمال من «دوحة فيشاخ» تمتد المنطقة الساحلية كشريط ضيق لا يتعدى اتساعه (٣٠٠) م، وتتميز طبوغرافية الأرض هنا بعدم استوائها وانقطاع تدرجها، إذ تمتد السبخات عبر ممرات بين التلال وتتوغل نحو الداخل لمسافة تتراوح بين (٥,٤-٧,٧) كم، بارتفاعات لا تزيد على (٣) م، مخلفة بينها وبين خط الساحل سلسلة من التلال ترتفع بين (١٣-١٧) م، وتنحدر من هذه التلال سبعة خطوط للتصريف المائي، ستة منها تنتهي إلى خليج سلوى، والآخر يرفد إحدى السبخات الداخلية، تتراوح أطوال مقاطعها (من الجنوب إلى الشمال) ما بين (١,٧٥، ١,٧٥، ١,٣، ١,٧، ١,٣٥، ١,١) كم على التوالي، وطول مقطع السابع (١,٢) كم، وتبلغ معدلات الانحدار ما بين (٣,٠-٦,٠) درجة، فضلا عن وجود بعض الأحواض المغلقة تفرش تربة الروضات أجزاء من رقعتها، وترتفع قيعانها ما بين (٩-١١) م.

وفي جنوب «شبه جزيرة أم حيش» Umm Haish تمتد المنطقة الساحلية لمسافة (٥,٤) كم نحو الداخل، بارتفاعات تصل إلى (٣) م، ينحدر إليها من أم حيش



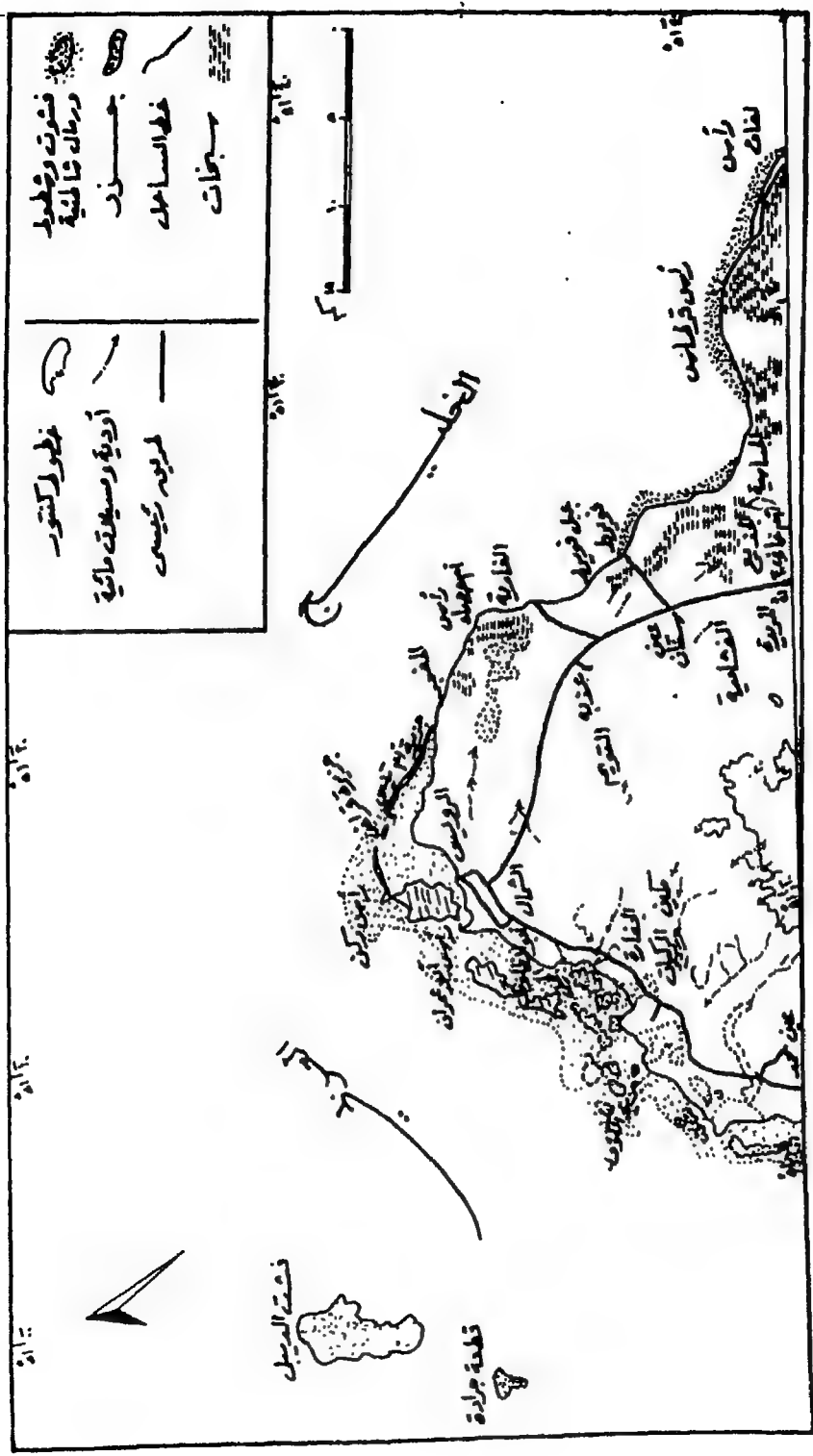


شكل رقم (٦-١)

خريطة طبوغرافية للقطاع الشمالي الأوسط

خط للتصريف من ارتفاع (٩) م، مرتكزا على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وبطول يبلغ (١,٣٥) كم، وفي «شبه جزيرة أم حيش» تقع أكثر المناطق ارتفاعا في الشمال الشرقي ووسط الجنوب، حيث تصل نقط مناسيبها إلى (١١) م، ويقطع الكتلة حزام من رواسب الطمي ذي الحبيبات الخشنة، يمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي بطول (٥) كم، ويعرض (٢٠٠) م، وتتراوح ارتفاعاته ما بين (٩) م في بداية المحور، (٧) م في نهايته، تستمر المنطقة الساحلية متسعة إلى الشمال من دوحة أسيرود - أم الماء حتى «المشرقة» Al Mushrifah الواقعة إلى الشمال من دوحة بن رحال، ويعرض يتراوح بين (٩, ١-٢, ٤) كم، ثم تضيق بحيث لا تتجاوز في عرضها (١٥٠-٢٠٠) م حتى رأس عشيروق (عشيروج)، وإلى جانب استواء السطح السائد في هذا القطاع، وامتداد مجموعات من الحواف الصخرية بشرفات تطل على المنطقة الساحلية من علو يتراوح بين (١٠-١٧) م، نجد عددا من المُسلّ والجداول تنقل مياه الأمطار إلى المنطقة، والقليل منها خاصة عند الفحيحيل يصل ماؤه إلى خليج سلوى، وهي مُسلّ صغيرة وقصيرة بصفة عامة لا يتجاوز عرض بعضها (٢-٤) م، وبأطوال تتراوح ما بين (٤, ١-٢, ٤) كم، وتتفق بعض قطاعاتها في جريانها مع محاور الشقوق والمفاصل، وتنحدر هذه المسل من سلاسل التلال والربوات التي تكتنف المنطقة الساحلية من جهة الشرق بارتفاعاتها التي تبلغ ما بين (١٣-١٧) م.

تبدأ المنطقة الساحلية إلى الشمال من «الريقة» Al Rubayqah متسعة نوعا ما (خريطة رقم ١-٧)، ثم تضيق فيما بين «الجميل والرويس»، وتتميز المنطقة باستواء سطحها، وخلو أجزائها من التعقيدات التضاريسية بدليل اتساع المنطقة وامتدادها نحو الداخل في قطاعات «الزبارة والعريش والخوير وجنوب غرب الجميل» لمسافات قد تصل إلى (٥, ٤، ١, ٧٥، ٢, ٦، ١, ٦) كم على التوالي، ويلاحظ أن المنطقة الساحلية قد تتعمق في قطاع «الخوير - الخداج» لتضم «الثغب والركيات وحتى مكين»، وفي قطاع «الجميل» قد تصل إلى ما وراء الجفارة، تتميز المنطقة الساحلية بارتفاعات قد لا تزيد على (١١) م عند التقائها مع منطقة السهل الداخلي. وبروز العديد من الرؤوس الصخرية داخل مياه البحر، وبالمقابل تزايد عدد التداخلات المائية في اليايس كدوحات أو خلجان صغيرة تفتش أراضيها رواسب رملية قد تنكشف وتظهر كأرض يابسة أثناء عملية الجزر.



شكل رقم (٧-١)

خريطة لجبوغرافية للقطاع الشمالي لشبه جزيرة قطر

وينساب عدد من المسل والجداول المائية باتجاه المنطقة الساحلية، قد ينتهي معظمها عند هوامش السبخات خاصة القطاع الممتد من «الريقة إلى الجميل»، بينما ترفد بقيتها مباشرة في البحر ويتمثل في القطاع الواصل بين «الجميل وأبو الظلوف»، وهي في مجملها قصيرة وصغيرة حيث تتراوح أطوالها ما بين (٦, ٥-١) كم، يستثنى من ذلك أحد المسل الذي يقع إلى الجنوب الشرقي من «الجميل»، بطول يبلغ (٣, ٧) كم، إذ ينساب من ارتفاع (١٣) م باتجاه الشمال الغربي لمسافة (١, ٦) كم، ثم ينثني بزاوية قائمة تقريباً بعد عبوره خط ارتفاع (١٠) م بقليل ليتجه صوب الجنوب الغربي في مجرى شبه متعرج حتى مصبه في الجانب الشمالي الشرقي للسبخة الواقعة بين «الجميل والجفارة»، ويطول يصل إلى (٢, ١) كم، ويتصل به على الجانب الأيمن رافده الوحيد الذي يتركز قطاعه الطولي على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، بطول يبلغ (٦٥٠) م.

وعلى الجانب الشرقي من شبه جزيرة قطر، تتفاوت المنطقة الساحلية في اتساعها، وأوضح ما تكون في قطاعين: يقع الأول: في الشمال الشرقي، ويمتد من «رأس أم حصاه» Ra's Umm Hasah حتى «سميسمه» Symaysimah، ويقع الثاني: في الجنوب الشرقي ويمتد من «أم الحول» Umm Al Hul حتى «خور العديد»، إذ تبدأ المنطقة الساحلية بعد الرويس ضيقة حتى تكاد تنحصر في خط الساحل عند المفجر، (خريطة رقم ١-٧) بعرض لا يتجاوز (٢٥٠) م، ثم تنفرج أمام «رأس أم حصاه - الغارية» حيث تتعمق نحو الداخل لمسافة (٤, ٥) كم، ويتفق حدها الغربي مع امتداد طريق الغارية - الرويس، تعود المنطقة الساحلية فيما بين الغارية - فويرط فتتصغر على شريط ساحلي قد يتسع إلى (٣٥٠) م، تستأنف المنطقة جنوب فويرط امتدادها نحو الداخل إلى أن تبلغ أقصاها (٥, ١) كم عند الغنية Al Ghanayah.

ويلاحظ أن قطاع «الرويس - الجساسة» ذو طوبوغرافية بسيطة، خالياً من التعقيدات، تتراوح ارتفاعات سطحه ما بين (١-٣) م، تعلوه بعض الربوات التي ترتفع إلى (٥) م، وهي خصائص لا تنطبق على جبلي فويرط والجساسة، فجل فويرط الذي يمتد على محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي، يقع على مسافة (٢) كم إلى الشمال من بلدة فويرط، وتلامس أقدامه مياه الخليج،



يتسع جبل فويرط في الجنوب ويستدق في الشمال، ويبلغ طوله (١,٤) كم، ومعدل عرضه في حدود (٥٢٥) م، يتميز هذا الجبل بقمتين عند الأطراف ترتفعان (١٨) م، ومنطقة حوضية في الوسط تبلغ (٧) م. أما جبل الجساسة Al Jassasiyah فيقع على بُعد (١,٧-٢,٢) كم من خط الساحل إلى الشرق من «أم خارف» Umm Kharif و«الجديع» Al Judhay، حيث يتسع في الجزء الشمالي ويضيق كلما اتجهنا نحو الجنوب (بعكس جبل فويرط)، فيتراوح عرضه بين (٨٠٠-٢٠٠) م على التوالي، وتركز قمته التي ترتفع إلى (١٧) م في الجزء الفسيح، ويلاحظ أنه أضحى عبارة عن حواف صخرية شبه دائرية أو مستطيلة، يشرف بعضها على الداخل أو على السبخات الواقعة شمال الجبل، وتطل ذات الشكل الطولي بشرفاتها على البحر أو على السهل الداخلي جهة الغرب.

في قطاع «جبل الجساسة - الخور» تتسع المنطقة الساحلية بوجه عام، ولكنها تشكل ظهيرا أكثر اتساعا لرأس لفان Ra's Laffan (خريطة رقم ١-٧)، يمتد إلى الغرب مسافة (١٩,٨) كم، فيشرف منها على حزام من «روضات الخريص - الكعبان»، ويقل عرض القطاع باتجاه الجنوب، إذ يبلغ أمام رأس أم ليجي Umm Laiji في حدود (٢,٧) كم، وفي نطاق «الذخيرة - الخور» (خريطة رقم ١-٦) تنفرج المنطقة الساحلية إلى أن يصل عرضها بين (٨,٥-٩,٢) كم، تظهر في هذا القطاع صور طبوغرافية أكسبته نوعا ما شخصية متميزة، فالسطح ينحدر بصفة عامة نحو الشرق والشمال الشرقي، إلا أنه على المستوى المحلي يخالف القاعدة العامة، ويخضع بالتالي لفروق الارتفاعات الموضعية، فارتفاعاته تتراوح بين (٩-١) م، وقد تعلو السطح ربوات صغيرة يصل ارتفاعها إلى (١٦) م، وتثملها الحواف الصخرية الواقعة عند الطرف الشمالي الغربي لقناة الذخيرة الداخلية، وبالمقابل فقد ينخفض السطح إلى أن يبلغ منسوبه إلى مستوى سطح البحر، ولهذا تبلغ انحدارات السطح في حدودها العليا حوالي (١,٥) درجة، وربما تتدنى إلى قِيم لا ترقى حتى إلى ربع درجة، وهي إحدى الخصائص الطبوغرافية السائدة في هذا القطاع.

إضافة إلى هذه الخصائص توجد أشكال سالبة تمثلها - من ناحية - المسل والجداول المائية، وتتحصر - من ناحية ثانية - في الأحواض المغلقة، فالمسل في

الواقع كثيرة العدد ولكنها قصيرة وصغيرة قلماً تصل إلى البحر، وتتركز في النصف الشمالي من هذا القطاع، وخاصة في الهوامش الغربية لمنطقة لفان الساحلية، والجزء الشمالي الغربي من الذخيرة، فهي في منطقة لفان لا تلتزم اتجاهها محددًا في انسيابها، وإنما تنقسمها كل الاتجاهات فتسبح فوق السطح كالهائمة، وتبلغ أطوالها ما بين (٦, ٠ - ٣, ٧٥) كم، وتهبط من ارتفاعات تتراوح بين (٥-١٤)، تختلف عنها مثل الذخيرة في أنها تنطلق من جهة الشمال الغربي، أو في بعض الحالات من الجنوب الشرقي من علوات ترتفع ما بين (٦-٢٠) م، وبأطوال لقطاعاتها لا تزيد على (٤٥٠) م، وقد تصل - في حالات نادرة - إلى (٥) كم.

يلاحظ أن الأحواض المغلقة تقتصر في وجودها على القسم الجنوبي من هذا القطاع وخاصة منطقة «الذخيرة - الخور»، وهي أحواض صغيرة لا يزيد ارتفاع قيعانها على (٢) م، بيد أن ما يثير الاهتمام في هذا القطاع هو أن المنطقة تنازعها عملية مزدوجة، تحتية وإرسائية، طبعتها بخصائص طبوغرافية، قوام الأولى: تقطيع السطح وخاصة الحواف الصخرية عند هوامش المنطقة الساحلية في الذخيرة والخور، ومن ثم تراجع الحواف إلى الخلف بحسب موقعها، مما أدى إلى اتساع رقعة المنطقة واستوائها، أو خلق أحواض مغلقة قد يصل بعضها في منسوبه إلى مستوى سطح البحر، أو نحت أجزاء من الساحل ومن ثم تسويتها وطمس بعض معالمها، مما أدى إلى انخفاض مناسيبها للدرجة أتاح الفرصة أمام غمر البحر لها وتكوين ظاهرة «الشقين خور الذخيرة وخور الخور». وقوام الثانية: ترسيب فرشات الرمال الشاطئية الحديثة والسبخات، تفصل بينها حواجز رملية وألسنة بحرية متتالية، ساهمت في بناء الساحل وتطويره معاً، فاتسعت على إثر ذلك المنطقة الساحلية.

ومن الخور جنوباً حتى الدوحة نلاحظ أن المنطقة تتفاوت في اتساعها وطبوغرافيتها، فالى الجنوب من الخور مباشرة (خريطة رقم ١-٦) تفرج المنطقة عن أرض سهلية مستوية يبلغ عرضها بين «رأس النخ» Ra's An Nakhkh وتبك Tinbik (٤) كم، ولا تتجاوز ارتفاعاتها (٣) م، يتهادى السطح نحو الجنوب في ارتفاعاته الارتفاعات التي درج عليها إلا من علوات أو ربوات تقطع رتبته، وتغمس في المنطقة على شكل حواف أمام الرؤوس، كما هو الحال جنوب



الظعاين Ath Tha'ayin، أو تبرز وسط نطاقات تختفي فيها رواسب السبخات وتظهر بدائلها من الأحواض المغلقة ذات الأحجام الصغيرة خاصة جنوب رأس قطيفان Ra's Qutayfan، وترتفع ما بين (٤-١٤) م، ويبدو لي أن المنطقة تتسع بشكل واضح عند مصبات الجداول والمسل المائية في السبخات، فالنطاق المحصور بين الظعاين والوَصِيل (خريطة رقم ١-٥) ينحرف نحو الداخل لمسافات تتراوح من الشمال إلى الجنوب بين (١, ١, ٧٥, ٠, ٤٥, ١) كم، وتنتهي إليه مسل تبلغ أطوالها حسب الترتيب السابق بين (٣, ٥٥, ١, ٢, ١, ٤٥) كم، وتتبع في جريانها أنظمة من الشقوق والمفاصل، فالمجرى الأول (٣, ٥٥) كم ينساب من ارتفاع (٦) م باتجاه الجنوب الشرقي، وقبل عبوره منطقة المصب بمسافة (٤٥٠) م يشني المجرى دائريا عند أعتاب كتلة صخرية ترتفع (٨) م فتضطره إلى تغيير وجهته نحو الشمال الشرقي، والمجرى الثاني (١, ٢) كم يهبط من ارتفاع (١٠) م باتجاه الشمال الشرقي، وعلى بعد (٤٥٠) م من المنابع يشني تحت تأثير أنظمة الشقوق بزاوية قائمة نحو الجنوب الشرقي، والثالث (١, ٤٥) كم يبدأ من ارتفاع (٦) م متجها نحو الشمال، وعلى بعد (٨٥٠) م من المنابع ينحرف نحو الشرق تماما حتى مصبه في السبخة الواقعة إلى الشمال من الوصيل.

أما النطاق الواقع بين «رأس قطيفان والدوحة» فيتميز عن سلفه بالاتساع دون الارتفاع، يتسع في المنطقة الواقعة إلى الجنوب الشرقي من الخيسة، وإلى الشرق من معسكر الدحيل، فالأولى يبلغ اتساعها حوالي (٤) كم، وربما كانت هذه المنطقة التي تغطيها رواسب السبخات مخرجا لوادي البنات الذي عمل على تشكيل «دلتا مروحية الشكل» تتسع قاعدتها على الساحل، وتضيّق كلما اتجهنا نحو مصعد الوادي لتشكل رأس الدلتا، تحف بها ارتفاعات تزيد على (١٠) م، وتميزها بعض الحواف الصخرية خاصة على الجانب الأيمن من الدلتا المروحية، وقد قطعت أوصالها مجموعة من المسل والجداول تنحدر صوب المنطقة «الدلتا المروحية»، بأطوال تتراوح ما بين (٥, ٠-١, ٥) كم. بينما تتسع المنطقة في الثانية إلى حوالي (٢, ٧٥) كم وتنتفح على الدلتا المروحية من جهة الساحل، بينما يحجبها عنها في الوسط والغرب تقدم كتلة صخرية باتجاه البحر تبدو على شكل حواف صخرية تبلغ ارتفاعاتها حوالي (١٣) م، وتنحدر إلى المنطقة من جهة الغرب ثلاثة من المسل والجداول الصغيرة والقصيرة، تتراوح أطوالها بين (١, ٤, ١, ٩٥, ٠, ٤٥) كم، مرتبة من الشمال إلى الجنوب.

يبدو أن المنطقة الساحلية بين «الدوحة وأم الحول» تتسع رقعتها في قطاعين، وما عدا ذلك تضيق المنطقة وتلتزم الشريط الساحلي، ويتراوح عرض هذا الشريط ما بين (١,٣-١) كم، فالقطاع الأول: يمتد من الشمال إلى الجنوب فيما بين «رأس أبو عبود» Ras Abu Abbud و«بلاد إبراهيم» Bilad Ibrahim، ويلاحظ أن هذا القطاع يستدق عند طرفيه وينفرج في الوسط، فيبلغ عرضه في حديه الأدنى بين (١,٣-١) كم على التوالي، في حين يبلغ أقصاه أمام رأس أبو مشوط حوالى (٢,٧) كم، ويتسم القطاع بارتفاعات لا تزيد على (٣) م بوجه عام، إلا أن وجود بعض العلوات التي تظهر على شكل حواف صخرية وترتفع في حدود (٨) م حالت دون استوائه ورتابته، ويمتد القطاع الثاني: أمام رأس أبو فنتاس ويبلغ أقصى عرض له (١,٢) كم، ولا تزيد ارتفاعاته على (٢) م، وما تجدر الإشارة إليه أن القطاع يخلو من المسل والجداول المائية، ولكن يبدو أن أودية سيلية كواديّ السيل ومشيرب ربما كان لهما شأن عظيم أثناء الفترات المطيرة، فمنطقة السد ما زالت حتى الوقت الحاضر شاهدا على خطوط جريانه، وسماكة إرساباته، أما منطقة وادي السيل فلإنها - رغم وجود بعض ملامح وادٍ قديم - قد اختفت منذ أن قام الإنسان في تحديه للبيئة الطبيعية بتغيير معظم معالمها، وتوسيع رقعة ألباس عند مخرج الوادي على حساب البحر، وذلك بردم مساحات منه بالخرسانة المسلحة والكتل الحجرية الضخمة لإقامة بعض الطرق والمنشآت والمساكن والمباني الحديثة، ويطلق عليها الدوحة الحديثة، ويبلغ اتساع المنطقة الساحلية هنا (٣,٢) كم. وإلى الجنوب من الوكرة بمسافة (١,٥) كم، يبرز جبل الوكرة الذي يمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي لأكثر من كيلو متر، وسط سطح من الحمادة بقميتين ترتفعان ما بين (١٨-٢٣) م، ويبدو أن انحداراته على الجانبين الشرقي والغربي في نصفه الشمالي أشد منها في نصفه الجنوبي، إذ تتراوح في الأول بين (٨,٣-٥,٥) درجة، وفي الثاني ما بين (٨,٢-٢,٢) درجة على التوالي، ومع التطور العمراني الذي شهدته الوكرة أضحت جبلها الذي كان تلا منغزلا ضمن حدودها العمرانية.

ويقع الثاني في الجنوب الشرقي (الخريطتان رقما ١-٣، ١-٨)، ويمتد من «أم الحول» في الشمال حتى «خور العديد» في الجنوب، وهو أكثر قطاعات المنطقة

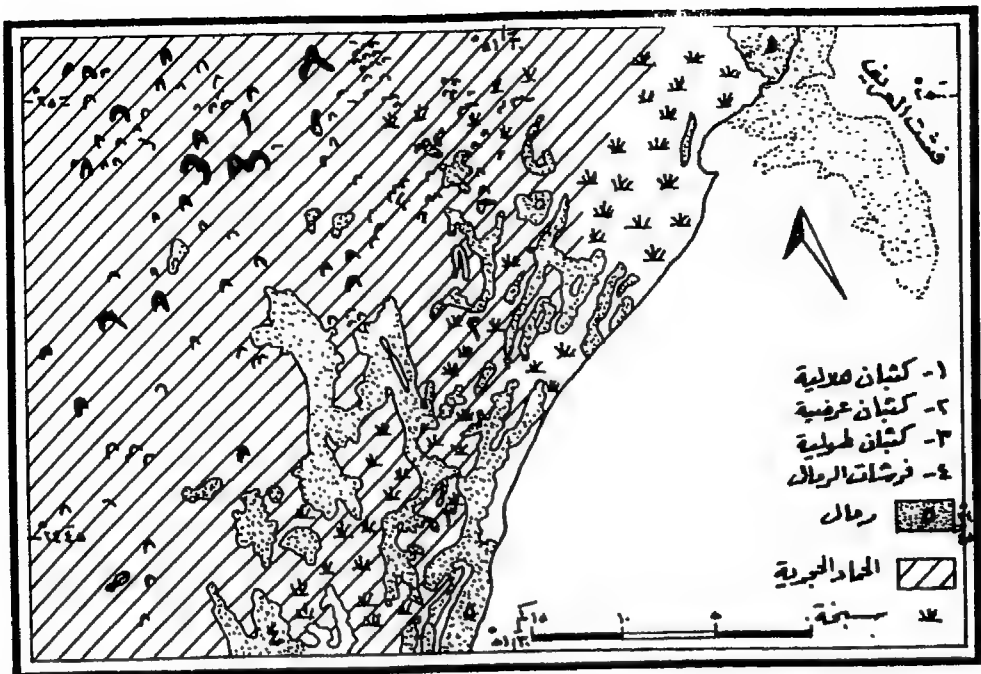
أو ربوات تنهض بارتفاعات تحوم حول القيسم من (٧-٢١) م في الجزء الشمالي، بينما يتفوق الجزء الجنوبي في الحد الأعلى بفارق (٥)م، وهي خصائص تؤكد - رغم بساطتها - على أن السطح ينحدر بصفة عامة نحو الشمال.

أما السالب منها فيتمثل في الأحواض المغلقة، وهي إما أن تكون مستديرة أو مستطيلة، تتراوح أبعادها القصوى بين (٢, ١٠-١, ١) كم، وتتركز في الجزء الشمالي بنسبة (٦٢, ٥٪) من أصل (١٦) حوضاً مغلقاً يضمها هذا القطاع، فإذا كان الجزء الشمالي قد تزايد عدداً، فإن الجزء الجنوبي تفوق ارتفاعاً، إذ تعلوها نقط مناسبة تبلغ في الأول بين (١-٣) م، وفي الثاني بين (١-١١) م. إلى «أشكال رملية» تتفاوت ما بين الفرشات والكثبان، فالفرشات الرملية (ما نقلته الرياح) خلافاً لإرسابات الشاطئ، تنتظم في موقعين: الأول: يقع إلى الجنوب الغربي من أم الحول، ويتراوح عرضه ما بين (٦, ٧-٢, ٧) كم، وأقصى طول له بين الشمال والجنوب يبلغ (٥, ٣) كم، ولا تزيد ارتفاعاته على (٤) م، ويقع الثاني في منطقة شقراء، ويمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي - جنوبي لمسافة (٩) كم، ويعرض يتراوح ما بين (٤, ١-٢, ٧) كم، أما ارتفاعاته فتبلغ (٣) م كحد أدنى، (١٨) م في حدها الأعلى، أما الكثبان الرملية (خريطة رقم ١-٩) فقد تنازعتها في المنطقة ثلاثة قوي، الرياح السائدة بمحصولتها الشمالية الغربية أو الشمالية، والحمادة الحصوية بمظهرها الطبوغرافي، ورواسب السبخات برطوبتها، فظهرت الكثبان الرملية بأشكالها المشوهة، وقد التحمت مع بعضها في أشكال مستعرضة قد يرتفع إلى (٤٧) م، أو امتدت على محاور طولية شكلت غروداً رملية لمسافة (٥, ٦) كم، ويعرض وسطي يبلغ بين (١٠٠-٣٥٠) م، علاوة على الأنماط الحلزونية (سيوضح ذلك فيما بعد).

٢- منطقة السهل الداخلي:

تبدأ هذه المنطقة من أطراف الهوامش الداخلية للشريط الساحلي (خريطة رقم ١-٢)، وتتفوق في حدها الشمالي مع خط عرض «المفجر - بالظلوف»، وتسم المنطقة بالاتساع الواضح كلما اتجهنا نحو الجنوب، إذ يبلغ عرض القطاع الشمالي «عذبه - الركبات» (٥, ١٨) كم، والقطاع الأوسط «الجديع - مسيكة»





شكل رقم (١-٩) المصدر: خريطة طهر الكستورية ١٩٩٠

خريطة توزيع الأشكال الرملية في الجزء الجنوبي الشرقي لقطر

(٢٥) كم، وخط القاعدة بين «أم القهاب - السويحية» فيبلغ (٤٦,٥) كم، يمتد من القاعدة ذراعان غير متكافئين يطوقان بقايا التلال والحزوم المتخلفة عن القوس القطري (الخريطتان رقما ١-٥، ١-٦)، يشكل الذراع الشرقي ظهير المنطقة الساحلية، ويمتد من خط عرض الذخيرة حتى مشارف الوكرة، بطول (٦٢,٥) كم، وبمعدل عرض (٢٢,٣) كم، في حين يمثل الذراع الغربي مثلثا مقلوبا، قاعدته المستقيم الواصل بين الغويرية وأم الماء في الشمال، ورأسه يتفق مع الطرف الشمالي الشرقي لسبخة دخان، بطول (٤٨) كم، وبمعدل عرض (٨) كم.

فالقطاع الشمالي يتصف بالضيّق نسبيا، ثم يأخذ بالاتساع كلما تقدمنا نحو الجنوب، وترتقي السطح من ارتفاعات بسيطة عند الهوامش مقدارها (٩-٣) م، تتزايد صوب الوسط ما بين (١٥-١٧) م ضمن حدود «عذبه - التويم - الجفارة - مكين»، ويبدو أنها تتفق مع بداية القوس القطري، ويرصّع سطح المنطقة مجموعة من الأحواض المغلقة يبلغ عددها (١١) حوضا بغض النظر عن مواضع توزيع تربة الروضات، تحيطها خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤-١٢) م، وترتفع قيعانها ما بين (٣-١٠) م، وقد تتسع فروق الارتفاعات إلى (٣) م في الأحواض المزدوجة،

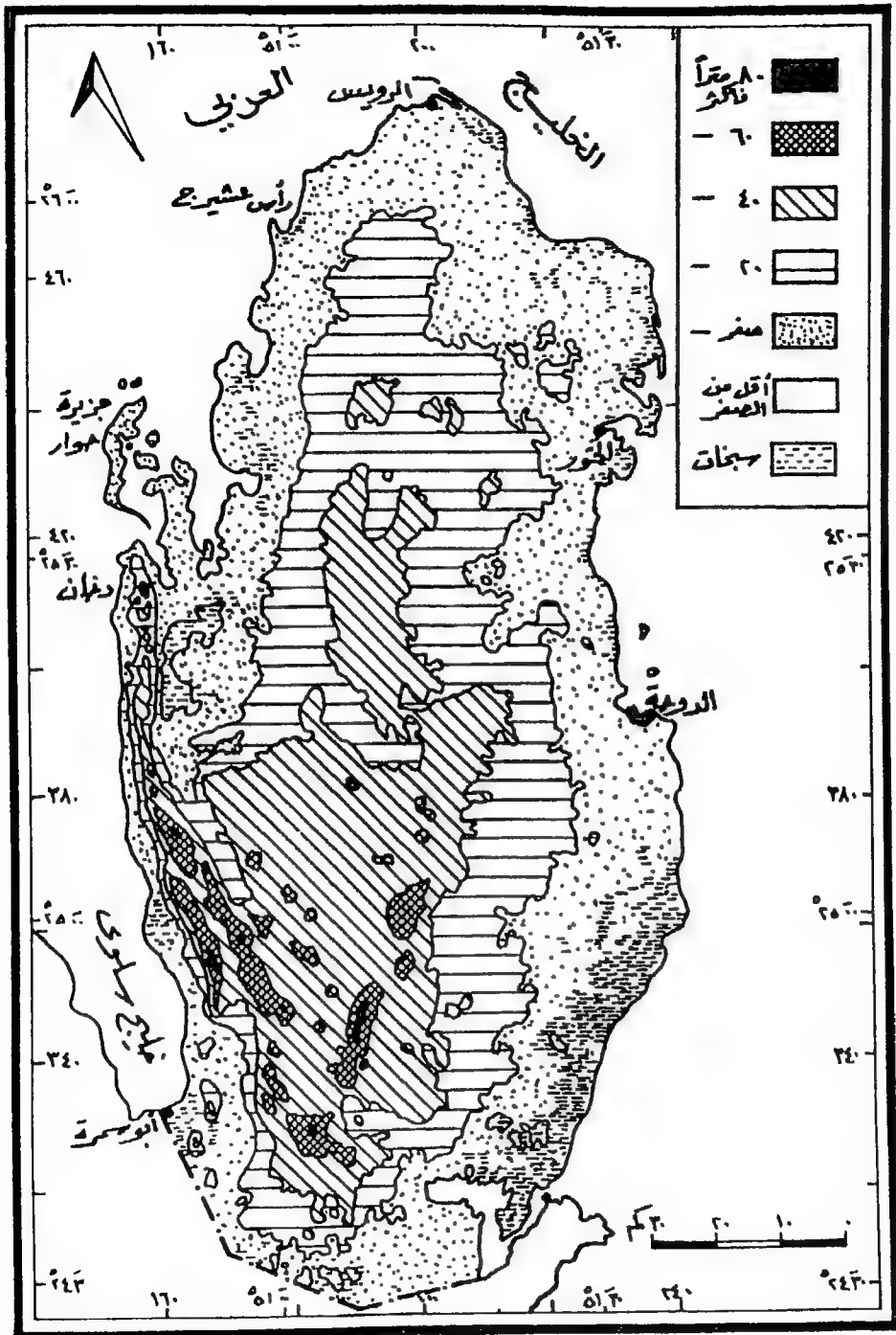
أي تلك التي يغلفها خيطان من خطوط الارتفاعات المتساوية. ويلاحظ أن الأحواض المغلقة في هذا القطاع تحيد عن الشكل الدائري، بأبعاد يبلغ أقصاها (١,٦٥-١,٣) كم وأدناها (٤٠٠-٦٠٠) م.

وقد يتبادر إلى الأذهان أن الأحواض المغلقة تفتقرش أرضيتها تربة الروضات، وربما تتحقق هذه الميزة، ولكن في الغالب الأعم تغطي أجزاء فقط من رقعة الحوض، فإذا بلغت مساحة حوض الكعبيية - على سبيل المثال - (٠,٩٢) كم^٢، والرقعة التي تغطيها تربة الروضات تساوي (٠,٠٧٢) كم^٢، فإن نسبتها تقدر بحوالي (٧,٨٪) فقط من مساحة الحوض، وما دامت الأحواض المغلقة تمثل إحدى مظاهر هيئة الأرض السالبة، فإن المسل والجداول المائية قرينة لها من منظور طبوغرافي، وهي في هذا القطاع قليلة العدد، قصيرة وصغيرة، وعموما تتركز على جوانب القطاع دون الوسط، وتراوح أطوالها بين (٠,٦-٢,٧٥) كم.

إذا كانت البساطة هي السمة السائدة لهيئة الأرض في القطاع الشمالي، فإن السطح في القطاع الأوسط يعجنح إلى التعقيد نوعا ما، ولكي تتضح الصورة، تحدد القطاع الأوسط بخط عرض بلدة فويرط في الشمال، وخط عرض «روضة الفرس - أم الماء» في الجنوب (خريطة رقم ١-٦)، فالسطح ضمن هذه المساحة يتدرج في الارتفاع من الشمال والشرق باتجاه الجنوب والغرب (خريطة رقم ١-١٠)، فالارتفاعات المسيرة للحد الشمالي تتراوح ما بين (١١-٢١) م، وتلك التي تتفق مع امتداد الحد الجنوبي تبلغ بين (١٦-٣٦) م، وتقع أعلى النقاط إلى الشرق من النعمان وتبلغ (٣٧) م، بينما تتمثل أدناها (٥) م في روضة المشرب، وإلى جانب هذه الارتفاعات، يتميز السطح بتلال وهضبات صغيرة ومستوية، غالبا ما تحتلها قمة واحدة أو قمتان في بعض الأحيان وتتركز في وسط القطاع، وقد تجنح إلى الانتشار نحو الهوامش الغربية والاقتراب من المنطقة الساحلية، وبهذا يمكن تحديدها بخطي طول (٥١°٣، ٥١°٢٠) شرقا.

فالتلال الواقعة إلى الشمال الغربي من المريدة Maridah تمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وترتفع بين (١٩-٢٣) م. تختلف عنها في التوجه والارتفاع وحتى في الرقعة المساحية، تلك التي تقع إلى الشمال مباشرة من محور





شكل رقم (١-١) خريطة الارتفاعات في شبه جزيرة قطر

«أم الماء - الصعلوكية - أم جويعد»، فتوجهها شمالي غربي - جنوبي شرقي، وارتفاعاتها تقع بين (١٧-٢١) م، وتميل إلى الاستدارة منها إلى الاستطالة كتلال المريدة، ومع هذا تتقابلان في قيم الانحدار التي قد ترقى إلى ربع درجة، أما تلال السليميات Sulaymiyat التي تمتد بين خطي عرض (٥٠° ٢٥، ٥٥° ٢٥ ش) وخطي طول (١٠° ٥١، ١٥° ٥١ ق)، فتميزها عن سابقتها ارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (٣١-٣٣) م، وانحداراتها التي تقع بين (٣٢، ٥١-٠، ٥١) درجة (راجع الخريطةين ١-٥، ١-٦).

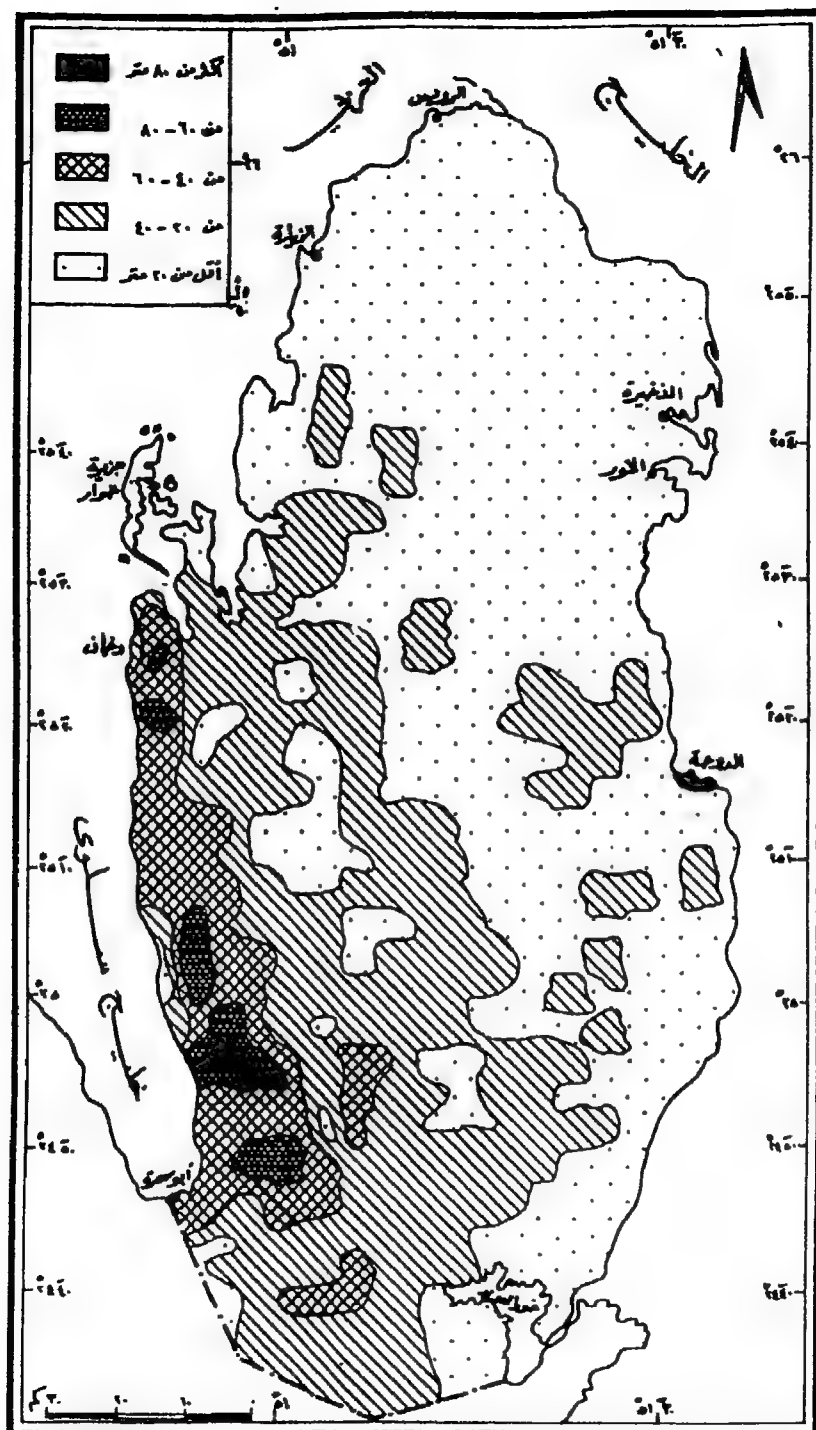
تقترن مع هيئة الأرض الموجبة نطاقات من تربة الروضات تمتد على شكل أحزمة متصلة لمسافة قد تصل إلى (٦) كم، وارتفاعات تبلغ (٢١) م كما هو الحال إلى الغرب والشمال الغربي من المريدة، وليس معنى هذا أن يغدو الاقتران إذا ما تمثل في بعض المواضع قاعدة مُسلّم بها، بل إن تربة الروضات - رغم هذه الخاصية - ترتبط ارتباطا وثيقا بالظواهر السالبة من السطح، وخاصة المنخفضات والأحواض المغلقة، شأنها في ذلك شأن المسل والجداول المائية، فالأحواض المغلقة في هذا القطاع تفوق مثيلاتها في القطاع الشمالي عددا وارتفاعا ومساحة واستغلالا زراعيا، فمن خلال حصرها ضمن المحيط الذي تم تحديده سابقا تبين أن هذا القطاع يشتمل على حوالى (٤٧) حوضا مغلقا لا مُنَحَفَضا، يضم القسم الشرقي (٢١) حوضا، والباقي يختص به القسم الغربي بنسبة (٣، ٥٥٪).

ويلاحظ أن ارتفاعات قيعانها لا تزيد على (٥-٧) م عند الهوامش، خاصة الشرقية، وقد تصل إلى (١٧) م عند الهوامش الغربية، خاصة شمال الصعلوكية، في حين اضطلع القسم الأوسط بأعباء القسيم التي تتراوح ما بين (٢٣-٢٧) م، وهي كما يبدو ملازمة لسانم القوس القطري، ومن الجدير بالذكر أن بعض الأحواض تغلفها حواف صخرية تطل على أرضية الحوض بشرفات تبلغ ارتفاعاتها بين (١٢-١٦) م ويمثلها «وعب الأباريق» Wa'b Al Abariq الذي يرتفع قاعه إلى علو (١١) م، وهذا يعني أن أجزاء من أرضية الحوض وخاصة في المواضع التي تراجع فيها الحواف إلى أبعد مدى، تنخفض بمقدار (٥) م، وهي قيمة لها خصوصية جيومورفولوجية سنوضحها عند معالجة أشكال السطح.

إذا كان التباين الطبوغرافي بين القطاعين الشمالي والأوسط قد أبرزت معظم تفصيلاته سمات السطح الفاتنة، فإن المسل والجداول المائية المتعددة تقدم إضافات مكملة لخصائص هيئة الأرض التي تميز بها هذا القطاع، فالمسل والجداول المائية التي تجري بمياه الأمطار نحو الأحواض المغلقة يبلغ عددها (٩٨) مسيلا، يكتظ بها الجانب الغربي من القطاع بنسبة (٨٢,٧٪)، وهي صغيرة وقصيرة في مجملها، تنصرف مياهها داخليا إلى الأحواض والمنخفضات، وتبلغ أطوالها ما بين (٦,٢ - ٠,٦) كم، وينتهي الجدول ذو القيمة العليا في حوض النعمان، وما يميزها أنها كثيرا ما تشكل جزرا داخلية على طول قطاعاتها، لأنها تناسب في بعض الأحيان فوق سطح غاية في البساطة والاستواء، مما يؤدي إلى تشعبها لمسافات قصيرة ثم تلتقي مرة أخرى وتتبع في أحيان أخرى أنظمة من الشقوق والمفاصل قد تساعد بدورها على تشكيل هذا النمط من الجزر، علاوة على انطباع ظاهرة الأسر النهري كما هو الحال في أحد جداول حوض النعمان كذلك (خريطة رقم ١-٦).

يلاحظ أن التعقيدات التضاريسية تزداد حدتها، وتوضح صورتها كلما تقدمنا على طول القوس القطري نحو الجنوب (خريطة رقم ١-١١)، فمن ملامح هذه التعقيدات، تزايد انحناءات خطوط الارتفاعات المتساوية وضيق المسافات بين هذه الانحناءات، وتقطع خطوط الارتفاعات وتقاربها بشكل يلفت النظر (راجع رقم ١-١٠)، ويوحى بأننا نعتلي قمة سنام القوس القطري، وأنا حيال سطوح الحمادة الحصوية التي باتت تسود القطاع الجنوبي بذراعيه في ظل انحسار تربة الروضات واقتصارها على نتف متباعدة صغيرة المساحة نسبيا، وعلى مشارف منطقة الحزوم الوسطى، بخلاف ما شهدناه في القطاعين السابقين من استقامة نسبية لخطوط الارتفاعات المتساوية واتساع الفراغات بينها. إذ يتبين أن هيئة الأرض في هذا القطاع بذراعيها لها خصوصيتها الطبوغرافية، حيث تتدرج في الارتفاع من الأطراف باتجاه الوسط، ومن الشمال الشرقي باتجاه الجنوب الغربي، دون انتظام لهذا التدرج.

فالسطح على طول خط عرض سمسمة Simsimah - الشفّلحية Shafallahiyah ضمن القطاع الجنوبي يتميز بالاستواء والتدرج في الارتفاع، حيث تبلغ ما بين (٤١-١١) م، تعترض انسيابه حواف صخرية من بقايا قبة سمسمة، تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، تعلوها نقط مناسب تتراوح ما بين



شكل رقم (١-١١)
خريطة التضاريس المحلية (النسبية) لسلح شبه جزيرة قطر
(معدل الانحدار)

(٢٤-٢١)م، تستمر على هذا المنوال حتى أم الثَّقِيب، ثم نصعد سطحاً متساعاً فسيحاً عند «الصفيريات - روضة أم سالم» بارتفاعات تقع بين (٣٧-٢٥) م، تتراجع بعدها الارتفاعات في حدها الأعلى فتبلغ ما بين (٣٢-٢٥) م حتى الصويرية، ثم ينهض السطح ثانية ليصل إلى (٤١) م بين «روضة شريف - صنع الغديريات»، يعود فينحدر رتبياً نحو السويحية الواقعة إلى الغرب وسط ارتفاعات تتدرج نحو الساحل من علو (٣٥-٥) م. ويبدو أن ابتعاد محور القوس القطري عن الجانب الشرقي أدى إلى تركيز الحدود العليا للارتفاعات عند هوامش الجناح الغربي.

أما السطح في كلا الذراعين الشرقي والغربي فيتصف بارتفاعات تتراوح في الأول: ما بين (٤٥-٣) م، وتقع في الثاني: ضمن حدود (٣٩-٥) م، تتمثل قيمة الحد الأول: - مع بعض الفروقات البسيطة - على طول الأجزاء الهامشية المحاذية للمنطقة الساحلية حتى الجنوب، بينما تميز قيمة الحد الثاني: بعض السطوح المجاورة لمنطقة الحزوم الوسطى، وهي في الذراع الشرقي أوضح منها في الذراع الغربي، حيث تتكرر هذه القيمة في نطاقين يقع أحدهما بين وادي عصمة وأبو صوى Abu Suwayy في الشمال (خريطة ١-٦)، ويمتد الثاني إلى الغرب من الدوحة وخاصة غرب الوجبة (خريطة ١-٥)، ويبدو أن سطح الذراع الغربي أقل ارتفاعاً من نظيره الشرقي، لأسباب قد نحصرها في كون الذراع الشرقي أكثر اتساعاً وامتداداً غرضياً من ناحية، وانحرف القوس القطري في هذا القطاع بالذات نحو الشرق من ناحية ثانية، مما أتاح الفرصة لهذا الذراع في كلتا الحالتين الاقتراب من القوس القطري الناهض، بينما يتميز الذراع الغربي بالضيق من جانب، ووقوعه في مجال طرفين بنويين هابطين هما هوامش القوس القطري وحلبة دخان من جانب آخر.

يتميز سطح القطاع الجنوبي بذراعيه اعتماداً على التناقض التضاريسي، وعدم الانتظام في تدرج ارتفاعات السطح، بالعديد من الأحواض المغلقة التي تزيد على (١٠٠) حوض يتركز (٣٣٪) منها إلى الغرب من «أم قين - أم قرن» ضمن مساحة تبلغ (٦٧٥) كم^٢، وترتفع قيعانها ما بين (٣٧-٩) م، ويبدو أن بعضها صغير المساحة لا يتعدى حدود (٢، ٠) كم^٢، في حين يبلغ بعضها ما بين (٤، ٠-١) كم^٢، يمثل قيمة الحد الأدنى حوض يقع إلى الشمال الشرقي من



«أم بركة»، وهو من مخلفات قبة سمسمة التي تقطعت أوصالها، فغدت إما أحواضا مغلقة أو تلالا منعزلة، تحيطه حواف صخرية تطل عليه من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي بواجهات ترتفع إلى حوالي (١٦) م، ويفارق قد يصل إلى (٥) م عن قاعه، بينما يمثل قيمة الحد الأعلى ذلك الحوض المغلق الذي يقع على بعد (١,٢٥) كم إلى الجنوب الغربي من الشفَّلَحية، ويمتد في نفس الاتجاه، ترتفع أرضيته إلى (١٣) م، وينحدر إليه من مجموعة التلال المحيطة عدد من المسل المائية من جميع الجهات، تتراوح أطوالها بين (٨, ٠-٢,٤٥) كم.

والى الجنوب من خط عرض «أم قرن - أبو ثيلة» حتى الخريطات (خريطة ١-٥) يضيق الذراع الشرقي وتعتلي سطحه بعض التلال والقور الصغيرة، تميزها حواف صخرية، وتشرف بواجهات شديدة الانحدار صوب الخارج حيث ينفرج أمامها سطح منبسط فسيح تزينه تربة الروضات وعدد من الأحواض المغلقة التي تمثل (٢١٪) من مجموع أحواض الذراع الشرقي، وهي صغيرة المساحة مقارنة بالأحواض السابقة، تبلغ ما بين (٠,٠٦ - ٠,٤) كم، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين (١٢-٢٩) م، لا تستقبل إلا عددا قليلا من الجداول الصغيرة والقصيرة، باستثناء حوضين كبيرين نسبيا يلاحظهما المتجه من «أبو ثيلة» صوب الجنوب الغربي بمسافة (١,٢) كم، والمتجه من المزروعة في نفس الاتجاه وعلى بُعد (١,١) كم، يتميز الحوض الأول: بحائط من الحواف الصخرية المتراجعة تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٢٢-٢٦) م، ويفارق (١-٥) م عن أرضية الحوض، استطاعت المسل المائية التي تقع أطوالها ما بين (١,٣-٣,٥) كم، فتُح ممرات لها عبر الحائط الصخري من الشمال الغربي والجنوب الغربي لتلقي ما تحمله أثناء فصل المطر فوق أرضية الحوض الذي تبلغ مساحته (١,٣) كم تقريبا.

أما الحوض الثاني: فتحيطه مجموعة من التلال المنعزلة بقممها التي ترتفع ما بين (٢١-٢٨) م، وهي بهذا تفوق منسوب أرضية الحوض بحوالي (٧-١٤) م، ورغم هذا الفارق فإن انحداراتها نحو قاع الحوض قد تزيد من جهة الغرب على نصف درجة بقليل، ويغلف الحوض خطان من خطوط الارتفاعات المتساوية، يرتفع الخارجي (١٨) م، والداخلي (١٦) م، بفارق يتراوح ما بين (٢-٤) م عن



قاع الحوض، وهو أكبر مساحة من الأول، إذ تبلغ (٦,٥) كم^٢، تنتهي إليه بعض الجداول المائية ذات الأطوال المتفاوتة، والاتجاهات المختلفة، حيث تتراوح ما بين (٩,٧-٣) كم. ومما يلاحظ على طبوغرافية السهل أن شبكة التصريف المائي وحتى بعض معالم السطح قد ضاعت وطمست لسببين، أولهما: الأعمال البشرية الزراعية، وثانيهما: وهو الأكثر وضوحاً، التطور العمراني الذي شهدته قطر عامة ومنطقة السهل الداخلي بصفة خاصة.

وفي نطاق الدوحة من «الدحيل شمالاً، والوجية ومعيذر الريان غرباً»، وعلى طول طريق الدوحة - أبو سمرة حتى السيلية في الجنوب الغربي، وطريق الدوحة - الوكرة ومنطقة النعيجة - أبو هامور جنوباً (خريطة رقم ١-٥)، ثم شق العديد من الطرق فامتدت المباني على طول محاورها، وزحف العمران إلى أن بات على وشك الالتحام من الأطراف، كل هذه المعالم غدت تشكل معظم طبوغرافية الجزء الجنوبي من الذراع الشرقي لمنطقة السهل الداخلي، وهي التي بدورها ساهمت في إخفاء وطمس الكثير من ملامح السطح، إلا أن الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية التي سبق إعدادها هذا التطور، تعطي صورة عن واقع هذا السطح. فالمتجه صوب الغرب يعتلي سطحا يبدو له من أول وهلة أنه رتيب، ولكن في عمومياته، فإذا ما دققنا النظر نجد أنه متموج في خصوصياته (خريطة رقم ١-١١).

ففي الغرافة نفسها يتفاوت السطح في ارتفاعه بشكل واضح، إذ يتراوح ما بين (٧-١٣) م، يزداد بالاتجاه نحو الشرق حتى المرخية بداية الذراع إلى (١٧) م، ونحو الغرب حتى حدود الذراع الشرقي إلى (٣٣) م، ولكن السطح لا يخلو من بعض الروابي والتلال التي تقطع رتبته، حيث تعلوها قمم ترتفع في الشرق ما بين (١٥-٢٣) م، وفي الغرب ما بين (٣٦-٣٩) م، فضلاً عن انتشار عدد من الأحواض المغلقة خاصة في قلب القطاع العرضي لهذا النطاق، وهي أحواض صغيرة قلما يزيد أكبرها مساحة على (٤٤,٠) كم^٢، وتقع ضمن رقعة تتباعد فيها خطوط الارتفاعات المتساوية، فيبدو السطح فسيحاً مستوياً، ومع هذا تبلغ فروق الارتفاعات المحلية بين أعلى القمم وارتفاع أرضية الأحواض المغلقة في حديها الأعلى والأدنى ما بين (٨-٢٠) م، ويلاحظ أن الجداول المائية التي تظهر على

الخرائط الطبوغرافية لم تعد واضحة المعالم؛ لأن الزحف العمراني بكشافته أخفى كل ما يدل عليها، ومع ذلك فإن أطوالها تتراوح ما بين (٢,٣-٤) كم، يتجه أصغرها نحو الشمال الغربي بينما ينحدر أطولها من علو (٢٨) م باتجاه الغرب، ويتميز بمقطع طولي يبلغ انحداره العام حوالي ١/٢١٠، ولكنه يبدو مقارنة بقيمة الانحدار العام بطيئا عند المنابع حيث تبلغ في حدود ١/٢٣٨، وأشد من ذلك في المجرى الأوسط والأدنى فتتراوح ما بين (١/١٦٣-١/١٩٦) على التوالي، ويرفد مياهه الشتوية في منطقة تقع بين الريان القديم والغرافة على ارتفاع (٩) م.

أما النطاق الممتد إلى الغرب من الدوحة، والمحصور بين طريقي «دخان وأبوسمرة» فلو طبوغرافية قد تتفق مع النطاق السابق في التطور العمراني وزحف المباني إلى أكثر من (٢٠) كم، وقد تختلف في طبيعة السطح من حيث الجوانب الموجبة منها والسالبة، إذ يتدرج السطح في الارتفاع - بشكل عام - كلما تقدمنا من الدوحة باتجاه الغرب، ويتراوح ما بين (١٠-٤٠) م، ولكنه تدرج مشروط، إذ تبلغ في الدوحة ما بين (٧-٩) م، وقد تصل إلى (١٧) م في بعض الروابي، تماثلها في هذه القيمة الروابي المتشرة بين مريخ وكل من الريان وفريق الغانم الجديد، حيث تزداد الروابي ارتفاعا فتبلغ ما بين (١٧-٢٣) م، والسطح اتساعا كلما دنونا من فريق الغانم، إلى الغرب مباشرة من طريق «الريان - الصناعية» لاتقل الارتفاعات عن (١٨) م، ويبدأ السطح بالاتساع والانفراج عن تلال وروابي تبرز من خلاله بقممها التي ترتفع ما بين (٢٥-٣٣-٤٣) م على التوالي.

لئن كانت هيئة الأرض الموجبة من خلال نقاط مناسيبها وعلوات قممها قد أبرزت بعض خصائص السطح، فإن قرينتها السالبة عبر أحواضها المغلقة ومسلها المائية قد أضفت عليها طابعا طبوغرافيا خاصا، وأكملت ملامح الصورة التي ظهرت بشكلها النهائي، ويمكن التمييز بين الأحواض المغلقة التي تقع إلى الشرق من طريق «الريان - الصناعية» وتلك التي تنتشر إلى الغرب منها، فالأحواض في الشرق يميزها الشكل الطولي، بينما يغلب الشكل الدائري على الأحواض في الغرب، ما عدا حوض الوجبة، كما أن الأحواض في الشرق أقل ارتفاعا منها في الغرب، فالأولى تتراوح ارتفاعات أطرها ما بين (١٠-١٦) م، وقيعانها بين (٧-١٥) م، في حين تسبلغ في الثانية بين (٢٨-٣٠) م، (١٨-٢٩) م على

التوالي، أما من حيث المساحة فقد تفوق الأحواض في الشرق مثيلاتها في الغرب، إذ تحوم المساحة في الأولى بين (٠.٠٨، ٠-٥) كم^٢، ويمثل القيمة الأخيرة حوض «أبو هامور»، بينما تحتل الثانية ما بين (٠.٣، ٣.٢٥) كم^٢، ويمثل قيمة الحد الأعلى حوض السيلية (خريطة ١-٥).

ولأحواض الجانب الغربي (الوجة - معيذر - السيلية) مواصفات خاصة تلفت الأنظار، فعلاوة على ما ذكرناه في السابق، تقع جميعها تقريبا على محور شمالي جنوبي مع انحراف حوض السيلية إلى الغرب قليلا، وتتميز بانحدار مقعر، بمعنى أن انحدار خطوط الارتفاعات يزداد كلما خرجنا نحو أطراف الحوض، وتتفق جميعها في أن خط ارتفاع (٣٠) م يغلفها من الخارج، وتختلف في مدى تقارب خطوط الارتفاعات كلما هبطنا نحو قاع الحوض الذي تؤكد قِسمَه كذلك على هذا الاختلاف، إذ ترتفع قيعانها إلى (٢١، ٢١، ١٨) على التوالي، كما أن حوض الوجة يمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وأن حوض معيذر يحيطه من الجنوب حزام من الحواف الصخرية، يوافقه في ذلك حوض السيلية ولكن من الشمال والجنوب، ويشذ عنهما حوض الوجة، الذي يلاحظ أن امتداده المحوري ساهم بشكل واضح في تفاوت انحدارات سطوح الأحواض صوب الداخل، فانهدرات سطحه من الشمال الغربي والجنوب الشرقي تبلغ ما بين (٢، ٢-٣، ٣) درجة، في حين تزيد على نصف درجة بقليل من الاتجاهين الآخرين، يماثل في الخصائص الأخيرة حوض معيذر والجهة الغربية من حوض السيلية، وينحدر السطح داخليا من جهة الشرق في حوض السيلية بمقدار (١، ١)، بينما تتساوى قيم الانحدار من الشمال والجنوب فتبلغ (١، ٠٢).

تفتقر المسلة المائية بالأحواض المغلقة، فهي إلى الشرق من طريق «الدوحة - الصناعية» يتفرد بها حوض مريخ ويخلو منها حوض أبو هامور، وتنحدر إليه من الجهات الغربية والشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية من علوات تتراوح ارتفاعاتها في الأولى بين (١٢-١٨) م، وفي الثانية بين (١٨-٢٢) م، فالمسيل الوحيد القادم من الغرب والشمال الغربي ينساب ببطء عبر سطح متسع ومستو تقريبا، بطول يبلغ (١، ٨٥) كم، بينما ينساب المسيلان الآخران عبر سطوح تتفاوت في طبيعتها، فالقادم من الجنوب الشرقي، يخترق مجراه الأعلى سطحا

ضيقا يبدو بعيدا عن الاستواء، في حين يسبح مجراه الأوسط والأدنى فوق سطح متسع خال من العقبات التضاريسية، بطول (١,٢٥) كم، بعكس المسيل القادم من الجنوب، إذ ينفرج السطح ويتسع في المجرى الأعلى والأدنى، بينما تقترب خطوط الارتفاعات المتساوية في المجرى الأوسط فتحدد مساره في شريط خانقي ينم عن انحدار شديد نسبيا، وبطول يبلغ (٢,٦٥) كم.

ويلاحظ إلى الغرب من طريق «الدوحة - الصناعية»، أن المسل المائية لا ينفرد بها حوض دون آخر، وإنما يتمثل الانفراد في اتجاهاتها، وفي أطوالها، وفي السطوح التي تنساب عبرها، فحوض الوجبة يستقبل مجراه الوحيد الذي يبلغ طوله (٣,٥٥) كم، عبر الشفرة الجنوبية الغربية، ينطلق هذا المجرى من ارتفاعات قد تصل إلى (٤٢) م وسط سطح متسع شديد الاستواء، وعند عبوره خط ارتفاع (٣٢) م، يضيق المجرى، ويجنح نحو الجانب الأيسر الذي يبدو أنه أشد انحدارا، وأقل اتساعا من الجانب الأيمن، ويرفده على الجانب الأيسر جدول بطول (١,٩) كم، يواصلان الجريان معا حتى قاع الحوض الذي يستغل نصفه الشمالي الشرقي في الزراعة، بينما تفرش تربة الروضات نصفه الجنوبي الغربي.

أما حوض معيذر فتتحد إلى من التلال الواقعة إلى الشمال والغرب مجموعة من المسل المائية تتراوح أطوالها بين (٠,٥ - ٣) كم، وما يميزها أنها تخترق في مجاريها العليا منطقة سهلية مستوية، بينما تلتزم في مقاطعها الوسطى والدنيا خطوطا بنوية من الشقوق والمفاصل تحدد مساراتها حتى مواقع تصريفها الداخلية. تختلف عنها المسل التي تنصرف إلى حوض السيلية من الشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي في أن أطوالها تبلغ ما بين (٠,٤٥ - ٤,٣٥) كم، وأن القطاعات الطولية للمجاري الصغيرة تنحدر بشدة عند المنابع، بينما ينفرج السطح ويتسع كلما اقتربت قطاعاتها الدنيا من أرضية الحوض، بخلاف المسل الطويلة التي تتميز بقطاعاتها العليا بانحدارات بطيئة، وقطاعاتها الوسطى والدنيا بانحدارات شديدة نسبيا.

ما دام الذراع الغربي (الخزائن ١-٤، ١-٥، ١-٦) عبارة عن مثلث مقلوب، فمن الطبيعي أن يضيق بالاتجاه نحو الجنوب، إذ يبلغ اتساعه من حدوده الشرقية حتى السويحية المثلثة لقاعدته حوالي (١١) كم، بارتفاعات تتراوح بين (٣٩-٧) م، ومن حدوده الشرقية حتى أم الزبد في القسم الأوسط من الذراع

(٦,٥) كم، وارتفاعات تبلغ بين (٣٠-١٣) م، بينما لا يتعدى عرضه في الجنوب عند إرفيج (الرفيق) (٤,٣) كم، وارتفاعاته التي تقع بين (٢٤-٩) م، يتميز السطح بالاستواء وبطء الانحدار في النطاق المحاذي لمنطقة الحزوم الوسطى في الشرق، ويظهر ذلك بوضوح على طول القاعدة غربا لمسافة (٥,٤) كم، وجنوبا حتى البصير Al-Busayyir، وفيما عدا ذلك فإن خطوط الارتفاعات المتساوية تبدأ في التجمع والتقارب، فيزداد تقطع السطح وتموجه وانحداره، خاصة مع تزايد كثافة التصريف، إلى أن تبلغ الحدود الغربية للذراع، ورغم هذا فإن معدلات الانحدار لا تزيد على نصف درجة في كثير من الحالات.

وإذا كان السطح يتميز بالرتابة في بعض أقسامه، فإن التموج الذي يتمثل في بعضه الآخر يوحى بوجود روابي أو تلال تقطع رتبته، وتنطبق هذه الخصائص على النطاق الواقع بين البصير في الشمال وأم الزيد في الجنوب، حيث تمتد هذه الروابي على طول قطاع عرضي غير متصل نحو الغرب، تتراوح ارتفاعات قممها عند طرفي القطاع ما بين (٣١-١١) م، تتوسطه مجموعة منها مستعرضة، تعلوها نقط مناسبة تقع ما بين (٢٣-١٧) م، وقد يتكرر مثل هذا المظهر بين موقع «فيشاخ» في الشمال و«البريشات» في الجنوب بمناسيبها التي تعلو عن سطح البحر ما بين (٣٥-١٧) م، وقد تشاهد بعض القور الصغيرة والحواف الصخرية بين إرفيج (الرفيق) وأم القهاب على يسار طريق «الجميلية - دخان»، بارتفاعات قد تصل إلى (١٤) م.

ليس هذا فحسب، بل تشترك الأحواض المغلقة في جنوح السطح نحو التموج، وهي مقارنة بأحواض الذراع الشرقي قليلة العدد تبلغ (١٠) أحواض مغلقة فقط، وصغيرة لا تتجاوز مساحة أكبرها (١,٢٢) كم^٢، ويلاحظ أنها تنقسم مناصفة بين نطاقين يفصلهما القطاع المستعرض للروابي والتلال الذي أشير إليه قبل قليل، فالأحواض التي تقع إلى الشمال منه كبيرة نسبيا تبلغ مساحتها بين (٠,٠٦-١,٢٢) كم^٢، وتتفق ارتفاعاتها مع التدرج في انحدار السطح نحو الغرب، فالأحواض المجاورة للهوامش الشرقية ترتفع قيعانها (٣٥) م، تتناقص هذه القيمة بالاتجاه غربا حتى تصل في حوض البصير إلى (١٩) م، وفي حوض أم جرة المتاخم للمنطقة الساحلية إلى (٣) م، وهي جميعا - باستثناء حوض البصير - تفترض أراضيها تربة الروضات، ويبدو أنها غير مستغلة في الأعمال

الزراعية، أما الأحواض الواقعة إلى الجنوب فيتركز (٦٠٪) منها ضمن القطع الجنوبي لموقع إرفيج، وتبلغ مساحتها بين (٠,٣-٠,٤) كم^٢ وارتفاعاتها تتدرج نحو الغرب كسابقتها من (٧-٢٧) م.

تعتبر المسل المائية من سمات السطح الواضحة في الذراع الغربي، ويلاحظ أنها تتفاوت في اتجاهاتها بقدر ما تتفاوت في أطوالها، وهي في الغالب تتجه نحو الغرب أو الشمال الغربي، متمشية بذلك مع انحدار السطح العام، وهي إما أن تكون ذات تصريف داخلي كما هو الحال في حوض أم جرة، أو تستمر في جريانها إلى أن تنتهي في السبخات الواقعة ضمن منطقة السهل الساحلي، ويضم الذراع الغربي (٢٣) مسيلاً مائياً، تتركز جميعها في الجزء الواقع في الشمال من إرفيج، بينما تخلو منها منطقة رأس المثلث الممتدة من إرفيج حتى البريثات. وتتميز مجاريها بكثرة تعرجاتها وانحناءاتها القائمة نتيجة انسيابها على طول محاور الشقوق والمفاصل، وأن العديد منها قد تعرض لعمليات الأسر النهري، بحكم انطباع السطح بهذه الخصائص البنيوية، وتتراوح أطوالها ما بين (٠,٨٥ - ٦,٢٥) كم.

٣- منطقة الحزوم الوسطى:

ليس من السهل تحديد منطقة الحزوم الوسطى من ناحية الشمال والشرق تحديداً واضحاً، (راجع شكل رقم ١-٢) حيث تسودهما الصورة التضاريسية السهلية التي تختفي مع امتدادها الفسيح ملامح هذا التحديد، إلا أن الحدود الغربية للذراع الشرقي، والحدود الشرقية للذراع الغربي يمكن اعتمادهما حدين فاصلين بين منطقتي الحزوم الوسطى والسهل الداخلي، بينما ترتبط من جهة الجنوب الغربي بالحافات الصخرية المطلّة على مقعر زكريت، وسبخة دخان، وتشرف من ناحية الجنوب على منطقة الصحراء القطرية، ويمكن اعتبار طريق «الدوحة - أبو سمرة» نهايتها الجنوبية، وعلى العموم فإن منطقة الحزوم الوسطى تنفق إلى حد كبير مع قبة قطر الرئيسية ذات المحور الشمالي- الجنوبي. وهي عبارة عن شبه منحرف، تنطبق القاعدة الصغرى على خط يصل بين روضة أم سليم وصنع الغديريات مروراً بالصويريات في الشمال (خريطة رقم ١-٦)، ولاتراوح القاعدة الكبرى طريق «الدوحة - أبو سمرة» بدءاً من مركز الاتصالات اللاسلكية حتى الكرعانة في الجنوب (الخريطة رقم ١-٤).

يتنوع السطح في هذه المنطقة تنوعا يجعلها تشكل وحدة طبوغرافية متميزة في خصائصها عن المنطقة السهلية في الشمال والشرق، والأراضي الوعرة Bad Lands إذا صح التعبير في الغرب والجنوب الغربي، ومنطقة الصحراء القطرية في الجنوب، فإلى الجنوب من القاعدة الصغرى حتى أم غويلينا Umm Ghuwaylina الواقعة إلى الشمال من الصنع As Sunu مباشرة، تتميز هيئة الأرض بعدم الاستواء، ووجود تناقض تضاريسي واضح، فمن سطوح ترتفع ما بين (٣١-٣٧)م على طول الجانب الشرقي لهذا النطاق، إلى مجموعة من الروابي ذات الأشكال الدائرية أو المستطيلة تمتد بمحاذاة الحدود الغربية، يغلفها خط ارتفاع (٤٠)م، وتعلوها قمم تتراوح ارتفاعاتها بين (٤١-٤٩)م، ويتمثل الحد الأعلى في الروابي الواقعة إلى الجنوب الشرقي من الجميلية، وعلى يسار طريق «الجميلية-الشحانية».

تختصر السطوح والروابي فيما بينها أحواضا مغلقة يبلغ عددها في حدود (١٤) حوضا، وهي صغيرة المساحة لاتتجاوز (٠,٣-٠,٤٥) كم^٢، وتوجد ضمن تكوينات الرس في الجانب الشرقي، في حين تتسع الأحواض ضمن تكوينات الدمام في الغرب، ويحتمل أن تكون من بقايا المخاضات التي كانت تنتشر حول القوس القطري، وتتجمع في وسطها مياه الأمطار على هيئة مناقع نظرا لوجود طبقة كتيمة Impervious تمنع نفاذها، وتمثلها القاعية Al Qa'iyah وجرى أبو غانم Jiri Abu Ghanim والخوافر Al Hawafir وهي من الأحواض المتميزة، تتراوح مساحاتها الداخلية بغض النظر عن الإطار الخارجي بين (٢,٦-٣,٥٥) كم^٢.

وينحدر إليها السطح من الارتفاعات السابقة انحدارا هينا إلى أن تقترب من أطرافها الخارجي الذي يمثله من جهة الشمال والغرب خط ارتفاع (٣٨) م، فيشتد الانحدار نسبيا مع تقارب خطوط الارتفاعات المتساوية حتى خط ارتفاع (٢٦) م، ينفرج بعدها السطح عن سهل مستو خال من التعقيد حتى قيعان الأحواض التي تتراوح ارتفاعاتها بين (٢٣-٢٩) م، تتزايد في الأحواض الواقعة إلى الغرب والجنوب من القاعية وجرى أبو غانم فتبلغ ما بين (٣١-٣٩) م، ورغم هذا التباين فإن انحدارات السطح قد تصل إلى ربع درجة من جهتي الشمال والغرب، ويلاحظ أن السطح يخلو إلا من عدد قليل من المسل المائية تبلغ (١٦) جدولا، تتركز في الأطراف، وتتراوح أطوالها بين (٧,٠-٣,١) كم، وهي إما أن تتجه

صوب الشرق والجنوب الشرقي، أو نحو الغرب والشمال الغربي، وقد ينحدر بعضها باتجاه الشمال كالجداول الذي ينصرف داخليا إلى موقع الصوريات.

وبالاتجاه نحو الجنوب تتسع منطقة الحزوم الوسطى مع انحصار المنطقة الساحلية في الشرق ومنطقة دخان في الغرب، فالنطاق الذي يتفق مع خط عرض البمبرة في الشمال، وخط عرض أم الأفاعي - السليمية في الجنوب (الخرائط ١-٥، ١-٦)، تسير حدوده الشرقية «أبو ثيلة - أبو حصية - المزروعة» حتى أم الأفاعي، وينطبق حده الغربي على الخط الواصل بين حزم المتنا وأم الجرائيم مروراً بالعوينة، يستمر الجانب الشرقي لهذا النطاق ضمن تكوينات الرس التي تعرضت طويلاً لعمليات النحت، لذا يتميز السطح بالتقطع والتعرج بدليل كثرة الانحناءات في خطوط الارتفاعات المتساوية، وانتشار العديد من العلوات المنعزلة التي تتفاوت في ارتفاعاتها بين الشمال والوسط والجنوب فتبلغ في محيط أبو ثيلة وإلى الشمال من خط أنابيب المياه بين (٣١-٤٧) م، تتناقص في الوسط (جنوب خط أنابيب مياه أبو ثيلة) ضمن حدود حقل الخريب، حيث يتميز السطح في بعض المواقع بالاستواء، وتتراوح الارتفاعات بين (٢١-٣٩) م، تزايد في الجنوب ضمن محيط حَقْلِيّ أم القهاب والشحانية، وتعتلي السطح بعض القور، ذات الحواف الشديدة الانحدار على جوانبها، والتلال المتعددة القمم، وتبلغ ارتفاعات السطح في الشحانية بين (٤١-٤٦) م، ومنها ينحدر السطح باتجاه الشرق والشمال الشرقي، وتقل الارتفاعات حتى الحدود الشرقية عند المزروعة مروراً بحقل أم القهاب، حيث تتراوح الارتفاعات بين (١٦-٢١) م (خريطة رقم ١-١٠).

إضافة إلى ذلك تفترش أرضية السطح في كثير من المواقع رواسب من الحصى والحصباء المفككة، تجعل السير عليها صعباً، ولا يقتصر التباين على الجوانب الموجبة، وإنما يشمل طبوغرافية سالبة تمثلها الأحواض المغلقة والمسل المائية، فالأحواض المغلقة يبلغ عددها (٢٦) حوضاً تتركز في القسم الأوسط والجنوبي من هذا الجانب، وهي أحواض صغيرة تبلغ مساحتها بين (٠,٢ - ٠,٣٦) كم^٢، وتتراوح ارتفاعات قيعانها بين (١٧-٣٩) م، يتمثل الحد الأدنى في حوض يقع إلى الشمال الغربي من «أبو حصية»، والحد الأعلى في حوض يقع إلى الجنوب الشرقي من الشحانية، ويلاحظ أن القسم الجنوبي يخلو إلا



من جدول واحد يتجه صوب الشرق من ارتفاع (٢٤) م لينصرف إلى حوض المزروعة عند ارتفاع (١٤) م (خريطة رقم ١-٥)، بينما تتركز المسل المائية في القسم الشمالي والأوسط، فمسار القسم الشمالي تتفاوت في اتجاهاتها بين الشمال الشرقي والجنوب الشرقي والجنوب بقدر ما تتفاوت في أطوالها، إذ تبلغ الأطوال بين (٢-٤, ٣-٣, ٢) كم على التوالي، في حين تتجه مسل القسم الأوسط بوجه عام نحو الشرق، بأطوال تتراوح ما بين (٤, ٠-١, ٨) كم.

وفي غرب النطاق الشرقي، وبالتحديد إلى الغرب من طريق «الطورية- الشحانية» تتغير طبوغرافية الأرض وتفتح على سهل متسع فسيح واضح المعالم، تعلوه نقط مناسيب قد تصل إلى (٤٩)م، وينحدر باتجاه الغرب انحدارا قد يزيد في بعض المواقع على نصف درجة بقليل خاصة فيما بين النصرانية والوضيحية، وفي منطقة روضة الفرس، والجنوب الغربي من أم الجرائيم، ولكن ما يميز هذا النطاق مجموعة من الحزوم والروابي تمثل مناطق تقسيم للمياه دون أن ينحدر منها أي من المسل أو الجداول المائية على أي من الجانبين، فهناك حزم رويضات Hazm Ruwaydat الواقع على يسار طريق الدوحة-دخان، إلى الشرق من النصرانية بحوالي (٧)كم، ويرتفع إلى أكثر من (٥٧)م، وحزم المتأ Hazm Al Matta الذي يقع على يسار طريق الجميلية-دخان، ويرتفع في حدود (٤١)م، وحزم جري طوق Hazm Jiri Tawq الذي يقع على بعد (٥)كم غرب الوضيحية، وجنوب غرب الشامية بحوالي (٣)كم، وهو حزم مسطح، تعلوه نقط مناسيب تبلغ (٣٣)م.

ومن جفن الضب Jafn Ad Dabb تبدأ سلسلة من الروابي بارتفاعات تتراوح ما بين (٤٩-٥١) م بالامتداد صوب الجنوب حتى طريق الدوحة - دخان، حيث تأخذ في الاتساع والاستواء، ولكنها تزيد في الارتفاعات فتبلغ في حدود (٥٣-٥٧) م، وفيما وراء الطريق، وبالتحديد مثلث معسكر «البُصَيْر» - النصرانية - الوضيحية، توجد مجموعتان من الروابي يفصل بينهما خط أنابيب الغاز أو الزيت، فالملازمة للطريق يغلفها خط ارتفاع (٥٢) م كإطار خارجي، نصد سطحا مستويا تتزايد ارتفاعاته نحو الداخل حيث يفضي إلى مجموعة الروابي المتناثرة بنقط مناسيبها التي تبلغ ما بين (٥٧-٥٩) م، تتناقص هذه الارتفاعات كلما ابتعدنا عن الطريق نحو الجنوب والجنوب الغربي واقتربنا من الوضيحية، ويبدأ السطح

الذي عهدناه مستويا ومتسعا في التضرس والضيق، ويضم المجموعة الثانية من الروابي التي تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٤٩-٥٥) م، ورغم ذلك فإن انحدار السطح نحو الوضيحية - مثلاً - يصل إلى (٢٠٣/١)، ونحو النصرانية (٢٦٣/١) (خريطة رقم ١-١٢).

والى الجنوب من روضة المهاندة Rawdat Al Mahanadah، وعلى طول الهوامش الغربية لهذا النطاق، يتميز السطح بالاستواء والتدرج في الانحدار نحو الشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي، فمن علوات تبلغ عند روضة المهاندة ما بين (٣٧-٣٩) م، إلى ارتفاعات تصل حول الشامية في الجنوب بين (٢٧-٣٣) م، تقطع تدرجها عند روضة الفرس بعض الروابي التي ترتفع إلى (٤١) م، ومع توجهنا نحو الغرب تتناقص هذه الارتفاعات إلى أدنى قيمها حيث تتراوح بين (١١-٢٣) م، ولعل الهوامش الشمالية الغربية من هذا النطاق تشهد على وجود عدد من المسل المائية الصغيرة ذات التصريف الداخلي، تنصرف من علوات تبلغ ما بين (٢٨-٣٤) م، وتنساب لمسافات تنحصر فيما بين (٤٥، ١-٠، ٣) كم.

لئن كانت الخزوم والروابي هي السمة السائدة على هيئة الأرض في هذا النطاق، فإن الأحواض المغلقة من أبرز السمات السالبة في غياب المسل والجداول المائية، إذ يبلغ عددها (٢٨) حوضاً مغلقاً، يتركز (٩، ٦٧٪) منها إلى الجنوب من قطاع «طريق الدوحة - دخان» الممتد من معسكر البصير حتى العوينة، حيث تتزايد عدداً واتساعاً كلما دنونا من سبخة دخان، فالأحواض الواقعة إلى الشمال من قطاع الطريق المذكور والمحصورة بين الخزوم والروابي ترتفع قيعانها إلى أكثر من (٤٣) م، في حين تعلو أرضية الأحواض الخارجة عن مناطق الخزوم نقاطاً مناسبة تتراوح ما بين (٢٥-٣١) م، وتفترش قيعانها - بصفة عامة - تربة طينية قد تستغل في أعمال الزراعة، وهي أحواض مستطيلة ذات محاور متفاوتة، تبلغ مساحتها ما بين (١٥، ١-٠، ١) كم.

أما الأحواض الواقعة إلى الجنوب من قطاع الطريق فتميزها ارتفاعات تصل في الأحواض التي تقع إلى الجنوب الشرقي من النصرانية ما بين (٤٤-٤٥) م، ولكنها صغيرة المساحة لا تتعدى (٢٧، ٠) كم؛ لأنها محاطة بحزام من الروابي تتراوح ارتفاعاتها بين (٤٩-٥٥) م، ويلاحظ أن الجانب الشرقي أكثر انحداراً من



الجانب الغربي، حيث يبلغ ما بين (١٠٥/١-٢٧٥) على التوالي، تتناقص ارتفاعات أرضية الأحواض مع انخفاض السطح بالاتجاه غربا، فتبلغ في محيط النشامية ما بين (١٩-٢٣) م، وفي أم الجراثيم تختلف الصورة تماما، نظرا لاقترابنا من مقعر زكريت وسبخة دخان، فمن ارتفاع (١٧) م لقيعان بعض الأحواض إلى (٣) م في بعضها الآخر، وقد يصل إلى متر واحد فقط.

وهي أحواض فسيحة تغطي مساحة تتراوح ما بين (٢, ٥-٠, ١) كم، تحيطها مجموعة من التلال القبابية والمخروطية وترتفع ما بين (٣١-٣٢) م، وبعض الروابي التي تقل عن ذلك فتبلغ ما بين (١٧-١٩) م، والقور ذات الحواف الصخرية شديدة الانحدار، تعلوها قمم تتراوح ما بين (٢٣-٢٤) م، إضافة إلى لسان من الأرض المرتفعة يندفع على هيئة بروز Salient of Spur باتجاه الغرب نحو سبخة دخان متولدا عن تل يرتفع إلى (٢٢) م، هذه الخصائص الطبوغرافية تنحصر في رقعة لا تتجاوز مساحتها (٥, ٦٣) كم، وهي بلا شك مرتبطة بعمليات الهبوط التي انتابت هذا الجزء من شبه جزيرة قطر، ولهذا تبدو الانحدارات شديدة نحو الأحواض المغلقة، إذ تبلغ ما بين (٥, ٥-٠, ٢) درجة، بغض النظر عن السفوح القائمة لبعض الحواف الصخرية (خريطة رقم ١-١٢).

أما النطاق الجنوبي من منطقة الحزوم الوسطى (الخريطتان ١-٤، ١-٥) فيحده خط عرض الحسينية - السليمية في الشمال والقاعدة الكبرى لشبه المنحرف في الجنوب، ويمتد من خط يصل بين زرع العطية ومركز الاتصالات اللاسلكية مرورا بأم قرون Umm Qurun في الشرق (خط طول ٢٠° ٥١)، حتى الخط الذي يربط السليمية بالكرعانة ويمر بكل من الطويل At Tuwayyil - البرثة Al Barthah - وقبة البراق Wqbat Al Barra - أمهات العنز Ummahat Al 'Anz - روضة الأرنب Rawdat Al Arnab - الصبيحة As Subayhah في الغرب، ويلاحظ أن هذا النطاق يضيق في الشرق، فيبلغ اتساعه بين الشمال والجنوب في حدود (٢٠) كم، يأخذ بالانفراج نحو الغرب حتى يبلغ أقصى اتساع له بين السليمية والكرعانة في خط مستقيم حوالي (٣٨) كم.

فلو بدأنا بالقطاع الشرقي من هذا النطاق سنجد سطحها متقطعا يفتقر إلى الاتساع، إلا من بعض أجزاء منه في الوسط، وتطنى على السطح أراضي الحمادة

الصخرية، وفيما عدا الارتفاعات التي تبلغ حول الحسينية ما بين (٢٥-٣٧)م، فإنها تتزايد من هذا الموقع باتجاه الغرب والجنوب فتتراوح ما بين (٤١-٤٩)م، وتمثل هذه الارتفاعات كثيرا من الروابي المنعزلة التي تنتشر بشكل واضح في هذا القطاع، وقد تفوق بعض الروابي المحيطة بأقواح الحمض Aqwa' Al Hamd في ارتفاعاتها الحد الأعلى لهذه القيمة، حيث تحوم حول (٥١-٥٣) م، ويلاحظ أن حزمة من خطوط الارتفاعات المتساوية المتجمعة تمتد من ررع العطية تقريبا باتجاه الغرب، تمثلها في بداية الحزمة ولمسافة (٦,٥) كم حواف صخرية تتفق مع خطوط الارتفاعات التي تبلغ (٣٠) م، تتزايد مع تراجع الحواف باتجاه الجنوب حتى تصل إلى (٤٢) م، تستمر الحزمة دون الحواف حتى حزم أم الطين Hazm Umm At Tin الذي يرتفع إلى حوالي (٤٧) م، ثم تبدأ الحواف الصخرية بالظهور المتقطع مع اتجاه الحزمة نحو الجنوب، بارتفاعات تتراوح ما بين (٤٠-٤٦) م، إلى أن نشرف على حزم بيشه Hazm Bishah حيث تتناوب القور الدائرية والحواف الصخرية الطولية المواقع على طول جانبه الغربي بارتفاعات تبلغ ما بين (٣٦-٤٧) م للقور، وبين (٣٨-٤٢) م للحواف الصخرية.

يتميز السطح في هذا القطاع إضافة إلى ذلك بالعديد من الأحواض المغلقة تبلغ (٨٢) حوضا في مساحة تساوي (٢٩٠)كم^٢، أي أن حوضا واحدا لكل (٣,٥)كم^٢ تقريبا، وهي أحواض تتفاوت في ارتفاعات قيعانها ومساحاتها وفق توزيعها المكاني بقدر ما تتفاوت في خصائص تكويناتها، فتبلغ ارتفاعاتها حول الحسينية في شمال القطاع ما بين (٢٥-٤٣)م، ومساحاتها (٠,٢ - ٦٥,٠) كم^٢، وفي وسط القطاع بين الحسينية وأقواح الحمض يوجد (٨٠٪) من الأحواض المغلقة بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (٣١-٤٧) م، ومساحاتها من (٠,٢ - ١) كم^٢، فالحددين الأدنى للارتفاع والأعلى للمساحة يتمثلان في سلمية السيلية Salamiyat As Sayliyah الواقعة على بعد (١,٧٥) كم جنوب أم قرون Umm Qurun، وتنساب ضمن مساحة هذا الجزء التي تبلغ في حدود (٣٧,٥) كم^٢ مجموعة من الجداول المائية في جميع الاتجاهات باستثناء الغرب إلى مسافات تتراوح ما بين (٤٥,٠ - ١,٩) كم، وفيما عدا ذلك فإن هذا القطاع يخلو من المسل المائية.

أما في جنوب القطاع فيتمثل حوالى (٩,٨٪) من الأحواض المغلقة بارتفاعات تبلغ ما بين (٢٩-٤١) م، أهمها حوض «أم الشبرم - البديعة - أم قرن» الذي يقع على يمين المتجه من الدوحة إلى «أبو سمرة» بحوالى (٢,٢٥) كم، إلا أن حدود الحوض الخارجية تقلص هذه المسافة فتبلغ (١٥٠) م فقط، وهو ثلاثي الأحواض بارتفاعات متساوية (٢٩) م، ينغلق على نفسه بخط ارتفاع داخلي يبلغ (٣٢) م، تتزايد الارتفاعات كلما تقدمنا نحو الإطار الخارجي حتى خط ارتفاع (٤٦-٤٨) م، وهي خطوط متقاربة جدا جعلت الانحدار باتجاه قيعان الأحواض الثلاثية شديدا، حيث يبلغ (١,٤-١,٧) درجة من جهتي الشمال الشرقي والجنوب الغربي على التوالي، بينما تقل عن الدرجة بقليل من جهة الجنوب، ويضم هذا الحوض دخل المسفر الذي يتعمق في باطن الأرض إلى حوالى (٣٥) م، وتحيط الحوض بعض الروابي المنعزلة والتلال المخروطية بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (٤١-٤٩) م، ويشرف على الحوض من جهة الجنوب والجنوب الغربي حزام من الحواف الصخرية، يتركز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، ويقطع خطوط ارتفاعات تبلغ ما بين (٤٠-٤٦) م.

أما القطاع الغربي فيتفق في حده الشرقي مع طريق الوبرة - روضة راشد - أم الشبرم، ويبدأ السطح فيما بين الوبرة - أم المواقع بارتفاعات من (٤١-٥١) م، تنخفض في محيط روضة راشد لتصل إلى (٣١) م، في حين يتسع السطح باتجاه أم طاقه وتندنى المناسيب إلى (٣٣) م، يتبدل الوضع إلى الغرب مباشرة من «أم طاقه»، حيث تبدأ خطوط الارتفاعات المتساوية بالتجمع والتلاحم في حزام متقطع من الحواف الصخرية، ضمن تكوينات الرس والدمام الأسفل، تحصر بينها بعض الروابي والتلال القبايية بارتفاعات تتراوح بين (٤٢-٥١) م، تنطلق خطوط الارتفاعات باتجاه الجنوب لمسافة (٩) كم، ثم باتجاه الجنوب الشرقي بين الخيرية وأم شميم في الشمال، وأم وشاح والسهلة في الجنوب، فتضم الصقعة وحزم «أبو خيسه» Hazm Abu Khisah، مع مجموعة من الروابي المنعزلة والتلال القبايية ترتفع بين (٤١-٦١) م، تفصل بينها سطوح سهلية مستطيلة تسع أحيانا إلى ما بين (١,٢) كم عرضا، (١,٨٥) كم طولاً، تعلوها نقط مناسيب تبلغ ما بين (٤٥-٥٣) م، وتضيق أحيانا أخرى إلى ما بين (١,٣٥-١,٥٥) كم على التوالي، وتبلغ ارتفاعاتها (٤٥-٤٩) م.

وباتجاه «أم العظام - الخرسة - أم القريضي» نشرف على سطح مستو يتسع نسبيا إلى الشرق من أم العظام وتقل ارتفاعاته التي تبلغ ما بين (٣٣-٣٩) م، ثم يأخذ في الانحسار والتزايد في الارتفاع من خط عرض الخرسة صوب الجنوب حيث تبدأ بعض الروابي بالظهور في تجمعات متقاربة حتى أم القريضي، تعتلها ارتفاعات تتراوح بين (٥١-٥٣) م، وإلى الغرب من هذا الحزام نكون بإزاء طبوغرافية متغايرة، ارتبطت في محيط «الطويل - البرثة - وقبة البراق» كما سبق أن أوضحنا بمقعر زكريت، لذا نشاهد سطحا متقطعا يهبط من ارتفاعات تتراوح ما بين (٢٥-٣٩) م، إلى ارتفاعات تبلغ بين (١١-٢٥) م، وتأثرت في محيط أم سمرة - أمهات العنز بانحراف محور حلبة دخان باتجاه الجنوب الشرقي فارتفع السطح إلى حوالي (٥٣) م.

وما يميز هذا القطاع - بالإضافة إلى الروابي والتلال - أشربة من الحواف الصخرية تلازم الهوامش الغربية المحاذية لسبخة دخان وتلتزم في امتدادها محاور إطارها الخارجي. وعدد من الأسافين الأرضية التي قد تطل من ارتفاعات تبلغ ما بين (٣٥-١٦) م، أو تتوغل داخل السبخة من علوات تبلغ (١٩) م على شكل سهم مستدق من الحواف الصخرية شديدة الانحدار. وبعض الثغرات Re-entrant التي تمثل انحناءات في سطح الأرض المرتفعة، وهي بمعنى آخر عبارة عن أراضي منخفضة اندفعت داخل أراضي أكثر ارتفاعا كما هو الحال في الشمال الغربي من الطويل، وفي «أم سمرة»، فتبلغ الارتفاعات في الأولى ما بين (٣-١٦) م، وتمتد باتجاه الشرق، وفي الثانية من (٣٨-٤٤) م وتتجه نحو الجنوب.

وفي القطاع الممتد إلى الغرب من السهلة والمحصور بين الطريق المؤدية إلى «أم باب» والأخرى المؤدية إلى «أبو سمرة» (الخریطتان ١-٤، ١-٥)، يتقطع السطح بشكل يوحي بسيادة الحمادة الصخرية، وتسيطر الروابي والتلال متعددة القمم على مظهر السطح العام بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٥١-٦٩) م، وتتمثل القيم العليا التي تزيد على (٦٠) م في موقع «أم الغربان» من ناحية، وضمن رقعة مستطيلة تحدد بجوانبها «أم الصوب - الكرانة - الصيحة - جر الغاف» من ناحية أخرى، وقد ينفرج السطح على سهل متسع نسبيا حول «العشارى» Al 'Ashara (أو العشرة) في الشرق بارتفاع (٥٣) مترا، وضمن محيط روضة الأرنب في

الغرب بارتفاعات تتراوح بين (٤٥-٤٧) م، ومع ذلك فإن هيئة الأرض تنحدر انحدارا بطيئا قد يصل إلى ريع درجة بسبب تقارب قيم نقط المناسيب، وانتشارها بشكل قلّص الفارق بين أجزاء السطح المختلفة.

أما بالنسبة للأحواض المغلقة فهناك (١٦٧) منها، وهي تعترض استمرارية استواء السطح، بل تؤدي إلى تموجه، ويتشعب (١٢٢) حوضا على مساحة تبلغ (٧٥٠) كم^٢، بمعنى أن حوضا واحدا لكل (٦) كم^٢، وهي في مجملها أحواض صغيرة لا يتجاوز بعضها في مساحتها (٠,٠١) كم^٢، بينما يغطي البعض الآخر مساحات كبيرة، فحوض الخيرية الذي يقع إلى الجنوب الغربي من «أم المواقع»، يمثل نهاية الأراضي السهلية في هذا الاتجاه، فتحده من الغرب والجنوب الغربي مجموعة الروابي والتلال التي تحدثنا عنها سابقا، وهو عبارة عن مثلثين برأس واحدة في الوسط، وقاعدتين تواجهان الشمال الشرقي والجنوب الغربي، تبلغ مساحته حوالي (٢,٢) كم^٢، وارتفاع قاعه (٣١) م، وينحدر إليه السطح بمقدار (٥,٠) درجة من جهة الروابي والتلال، وما عدا ذلك فإن الانحدارات نحوه لا تذكر.

وحوض أم طاقه Umm Taqah الذي يمتد على محور شمالي - جنوبي بطول يبلغ (٥) كم، ومعدل عرض (٠,٦٩) كم، يغلفه خط ارتفاع (٢٨) م، ويرتفع قاعه ما بين (٢٣-٢٧) م، وتبلغ مساحته في حدود (٣,٥٥) كم^٢، يفتح من جهة الشرق على سهل مستو ومتسع نسبيا، مما ترتب عليه انحدارات هينة جدا، في حين ينغلق السطح وتتجمع خطوط الارتفاعات المتساوية على طول حدوده الغربية، فتظهر بعض التلال بمحاذاة نصفه الشمالي، وحزام مستقطع من الحواف الصخرية بمحاذاة النصف الجنوبي التي قد تبعد عن ركنه الجنوبي الغربي، ولهذا يبلغ انحدار السطح باتجاه الحوض ما بين (١,٦) درجة في الشمال، (١,١) درجة في الوسط، وحوالي (٠,٨٨) درجة في الركن الجنوبي، ويتتهي في الجزء الشمالي من الحوض جدول مائي وحيد ينساب من التلال الغربية بطول يبلغ (٢,١) كم، ومن المحتمل أن يتبع في قطاعه الأوسط محاور بعض الشقوق والمفاصل وخاصة بين خطي ارتفاع (٣٨-٣٢) م، حيث يثني المجري بزوايا قائمة. وهناك أحواض السهلة وأم وشاح وحزم أبو خيسه وروضة راشد ذات الأهمية

الخاصة لاحتواء تكويناتها على المياه الجوفية التي تغذي آبارها مصنع الأسمت في أم باب والجزء الجنوبي من منطقة دخان.

٤- منطقة دخان:

تعتبر منطقة دخان من المناطق الطبوغرافية الهامة في قطر؛ لاشتغالها على العديد من الوحدات البنائية المعقدة، وهي التي يمكن أن تصور لنا مجمل الأحداث التي تعرضت لها شبه جزيرة قطر من بداية الزمن الثالث، فالمنطقة تحتل الجزء الأكبر من جانب قطر الغربي (راجع خريطة رقم ١-٢)، إذ تتخذ شكلا طوليا شماليا-جنوبيا، تضيق في الشمال نسبيا ولكن سرعان ما تتسع بالاتجاه جنوبا، حيث تباعد الحافات الصخرية عن الساحل لتفسح المجال أمام السهل الساحلي الرملي بالاتساع والانفراج نحو الداخل. فالمنطقة لا تقتصر على حدة دخان فحسب، بل تمتد لتشمل الحافات الصخرية المطلة على مقعر زكريت من جهة الغرب، واعتبارها الحدود الشرقية لها، أما الحدود الغربية فتمثلها منطقة الساحل القطري، وعلى هذا الأساس يتفاوت عرض المنطقة ما بين (٣) كم في الشمال، و(١٩) كم في الوسط، و(٦) كم في الجنوب. أما امتدادها الطولي فيبلغ في حدود (٨٧) كم ويبدأ من رأس أبروق الذي يطل على جزر الدواخيل في الشمال حتى النخش An Nakhsh التي تشرف بواجهتها الجنوبية على طريق الدوحة - أبوسمرة في الجنوب، وبناء عليه تمتد المنطقة فلكيا بين خطي عرض (٢٤° ٥٠'، ٢٥° ٣٩') شمالا، وبين خطي طول (٥١°، ٥٠° ٤٩') شرقا (الخرائط ١-٣، ١-٤، ١-٥).

الميزة الطبوغرافية الأساسية لهذه المنطقة ذات شقين: الشق الأول: هو التضرس المتمثل في حدة دخان بوحداتها (خريطة رقم ١-١١)، والارتفاع الذي يصل أقصاه إلى (٩٢) م في حزم النخش، والشق الثاني: هو البساطة والانخفاض الواضحين لبعض وحدات سطح المنطقة حتى دون منسوب سطح البحر، إذ يصل إلى (٥-) م في سبخة دخان، وبهذا يبلغ التضرس المطلق للمنطقة (٩٧) م، بينما يبلغ في قطر ككل (١٠٨) م، وستوضح هذه الخصائص فيما يلي:

ففي أقصى شمال المنطقة تمتد شبه جزيرة أبروق كلسان صخري يركز على محور عام شمالي - جنوبي، يفصل دوحة الحصين التي تحاذي ساحله الشرقي عن

كل من «أرخييل جزر حوار» في الشمال الغربي والغرب، و«خليج زكريت» الذي يمتد إلى الغرب من نصفها الجنوبي، والذي يفصله بدوره جزئيا عن الجزء الشمالي لوحدة دخان، ويبلغ طول وحدة أبروق من رأس أبروق في الشمال حتى قاعدتها المتفقة مع خط عرض بير زكريت في الجنوب حوالي (٢١) كم، بينما يبلغ معدل اتساعها (٦,٥) كم، ولكن هذا الاتساع يتفاوت بين الشمال والوسط والجنوب، فيبلغ (٨، ٤، ٧) كم على التوالي، وبهذا تساوي مساحتها حوالي (١٣٠) كم^٢، وتمتد فلكيا بين خطي عرض (٢٨ ٢٥، ٣٩ ٢٥) شمالا، وبين خطي طول (٣٠ ٤٧، ٥٠ ٥٤، ٥٠ ٥٤) شرقا، وبهذا تحتل (١١) دقيقة عرضية، وأكثر من (٦,٥) دقيقة طولية.

وتتميز شبه جزيرة أبروق وخاصة النصف الشمالي منها بسلسلة من الجروف تمتد على جانبي شبه الجزيرة، يبلغ طولها (٧,٢) كم، ويبدو أن ارتفاعات هذه الجروف تختلف من جانب إلى آخر، فهي على الجانب الغربي أكثر ارتفاعا منها على الجانب الشرقي، إذ لا تقل بالنسبة للأول عن (١٨) م، وقد تصل في بعض القطاعات إلى (٢٠) م، بينما تنخفض في الثاني بحيث لا تتجاوز (١٠) م، وفي داخل السلسلة لا يقل ارتفاع نقط المناسب عن (١٣) م كحد أدنى، وعن (٢١) م كحد أعلى، وفيما عدا ذلك فإن ارتفاعات السطح لا تزيد على (٩) م، بل تصل إلى مستوى سطح البحر في مناطق السبخات التي تغطيها مياه المد العالي أو حتى البسيط.

ورغم تركيز الارتفاعات في الوسط، حيث تقف التلال المنعزلة التي يبلغ ارتفاعها (٢٠) م كشواهد وسط سطح يتميز بالاستواء، وكمظهر طبوغرافي يشكل العمود الفقري لشبه جزيرة أبروق (خريطة رقم ١-٥)، إلا أن السطح ينحدر بوجه عام من الغرب باتجاه الشرق، وتحقق هذه السمة على الجانب الغربي لأن الجروف تقع بعيدا عن خط الساحل، بينما لا يتحقق هذا على الجانب الشرقي لأن الجروف تقف على شكل حوائط ترتفع بما لا يقل عن (١٠) م ملاصقة لخط الساحل تماما، حيث ما فتئت حركة المياه تعمل فيها نحتا، فتقوض القواعد وتشكل التجويفات والكهوف، ويلاحظ أن معدلات الانحدار في النصف الطولي الغربي تزيد على درجتين، في حين لا تتعدى في النصف الطولي الشرقي نصف درجة، علما بأن واجهات التلال والقور والجروف تبدو قائمة.



أما النصف الجنوبي لشبه جزيرة أبروق فيمكن التمييز فيه بين مظهرين للسطح: يمتد الأول: إلى الشمال من بير زكريت، ويشكل الثاني: قاعدة شبه جزيرة أبروق ويقع إلى الجنوب من بير زكريت، يتفق المظهران في أن المرتفعات التي تعتلي سطحيهما عبارة عن جروف بحرية متقطعة، تفصلها عن بعض مساحات تبدو مستوية، مكونة ممرات بينها، قد تغطيها بعض ركامات السفوح، أو تسرب إليها مياه البحر أثناء المد العالي، فتحيلها إلى مناطق مؤقتة للمياه، وربما تغدو مستديمة، ويختلفان في أن جروف الأول تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بعكس جروف الثاني التي تتركز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، كما أن أقصى علوات لجروف المظهر الأول تتواجد عند طرفي المحور حيث تبلغ (٢١) م، بينما لا تزيد على (١٩) م في وسط المحور، وقد تصل إلى (١٣) م، في حين تتجمع الارتفاعات في المظهر الثاني في وسط الواجهة الجنوبية الشرقية للمحور فتبلغ (٣٠) م، وتحوم حول (٢٥-٢٧) م عند أطراف المحور، أما الشرفات الشمالية الغربية المقابلة لخليج زكريت فلا تزيد ارتفاعاتها على (٢٠) م، بل تصل في حدها الأدنى إلى (٩) م، ولهذا التباين في الارتفاعات مغزى بنائيا قد يوصلنا إلى استخلاص هام وهو: أن جروف المظهر الثاني ربما تكون أحدث عمرا من الأول، وبالتالي تعرضت الأخيرة لعمليات النحت والتعرية فترات أطول، مما أدى إلى إزالة علواتها البارزة وتخفيضها إلى الحد الذي تبدو عليه في الوقت الحاضر.

تعرض الجزء الجنوبي من خليج زكريت لحركة رفع تكتونية، فانفصلت عنه ما تسمى بسبخة دخان دون أن تبلغ في ارتفاعها منسوب سطح البحر، بل بقيت أجزاء كثيرة منها حتى الآن تحت مستوى سطح البحر، ويتمثل أقصى انخفاض لها في الطرف الجنوبي حيث يبلغ حوالى (٥-) م، والسبخة عبارة عن بحيرة داخلية تمتد من نقطة التقاء طريق «الجميلية - دخان» مع طريق «الدوحة - دخان» باتجاه الجنوب الغربي فالغرب بعرض يصل إلى (٩) كم، [لم نضع في اعتبارنا عند القياس خط ارتفاع صفراً، تطل عليها من الشمال الغربي حواف صخرية (جروف ساحلية) ترتفع إلى حوالى (٢٧) م، بينما تنخفض السبخة بالمقابل مترا واحداً، فيكون التضرس المحلي (٢٨) م.

تضطر السبخة بعد ذلك إلى الاتجاه نحو الجنوب عبر شريط ضيق يبلغ اتساعه في المعدل (٢,٧٥) كم، بسبب امتداد الجناح الشرقي لحدة دخان الذي يرتفع إلى أكثر من (١٠) م في خط مستقيم ومتصل على طول الجانب الغربي للسبخة، فيما تحفها من الشرق ارتفاعات لاتزيد على (٧) م، ولهذا يحوم التضرس المحلي حول (١١، ٨) م على التوالي، تبدأ السبخة بعد ذلك بالتححرر والانفراج نحو الشرق والجنوب الشرقي ليصل عرضها إلى (٥) كم، إلا أن وقوف بعض الحواف الصخرية في هذا الاتجاه، وتوغلها في السبخة على شكل بروز لم يحل دون امتدادها فحسب، بل شطرت جزءا يقع حاليا في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي منها، فأضحى يمثل حوضا مغلقا ومعزولا عن السبخة الأم يهبط في حدود (٥-) عن مستوى سطح البحر، تحيطه حواف صخرية قد ترتفع مناسيبها إلى حوالي (١٥) م، وضمن محيط هذا الحوض تصل قيمة التضرس المحلي إلى (٢٠) م. أما امتدادها الطولي من الشمال إلى الجنوب فيبلغ معدله (١٨) كم، وتبلغ مساحتها (٧٩,٣) كم^٢ تقريبا، وتعتبر سبخة دخان منذ أن تشكلت حتى الوقت الحاضر المنفذ الوحيد الداخلي لتصريف المياه المنحدرة إليها من الحواف الشرقية لوحدة دخان الجبلية، ويلاحظ أن انحدارات سطح السبخة تبلغ في المعدل ما بين (٢٥، ٠-٥٠) درجة في الوسط والأطراف على التوالي، وهذا يعني أن سطح السبخة ينحدر انحدارا هينا من الهوامش باتجاه الوسط الذي يمثل أكثر أجزاء السبخة انخفاضا (بامستثناء الحوض السبخي المغلق).

إلى الغرب من سبخة دخان توجد وحدة دخان الجبلية (الخرائط أرقام ١-٣، ٤-١، ٥-١)، وهي من المعالم الطبوغرافية الهامة والواضحة، إذ تمتد هذه الوحدة دوغما انقطاع من رأس دخان في الشمال حتى حزم النخس في الجنوب لمسافة تزيد على (٧٢) كم، فالجزء الشمالي من الوحدة والمحصور بين رأس دخان ورأس الدعسة يتميز بارتفاعات تتركز في التلال الواقعة إلى الشرق من مدينة دخان وإلى الشمال من الخطية، حيث تتراوح بين (٧٣-٧٤) م، تتناقص في جميع الاتجاهات، إذ تتدرج في انخفاضاها نحو رأس دخان في الشمال من (٤٣) م إلى حوالي (١٩) م، وقد يصل ارتفاع بعض التلال القباية إلى (٥٠) م، والسطح في هذا الجزء يخلو من التعقيدات التضاريسية، وتقترب بعض الحواف الصخرية من الشريط الساحلي وخاصة إلى الجنوب من رأس الغارية حيث ترتفع نقط مناسيبها إلى (٣٥) م.

ويلاحظ أن خطوط الارتفاعات المتساوية تتباعد كلما اقتربنا من الشريط الساحلي، بحيث يتفق خط ارتفاع (٢) م مع خط الساحل في كثير من المواقع، بينما تتجمع وتتقارب بالاتجاه نحو الغرب رغم تدني قيمها عما شاهدناه في دخان والخطية، حيث تبلغ (٥١) م في حدها الأعلى، و(٧) م في حدها الأدنى وخاصة في محيط السبخة، أما نحو الجنوب فيتسع السطح ويستوي، وقد تخلو بعض أجزائه من خطوط الارتفاعات، لتعتليها نقط مناسبة ترتفع بين (٢١-٢٥) م، وتبرز فوق السطح هنا مجموعة من التلال القبابية والمخروطية، يتميز بعضها بقممٍ تصل ارتفاعاتها بين (٤٥-٥٥) م، ويتسم البعض الآخر بقمة واحدة تحوم علواتها حول (٣٥-٥٧) م، ويلاحظ أن الانحدارات من نقطة معيارية ولتكن تلة دخان التي ترتفع إلى (٧٤) م باتجاه سبخة دخان وخط الساحل في خط مستقيم تتراوح ما بين (١,٣-١,٢) درجة، وكثيراً ما نشاهد برورات صخرية تقطع استواء السطح وتدرجه، كما هو الحال في الدعسة، حيث تولد لسان من تلة ترتفع (٤٤) م انطلق نحو الشمال الغربي بمحاذاة الساحل إلى أن وصل ارتفاعه عند نهايته (١١) م، تميزه في بعض المواقع وعلى الجانبين حواف صخرية تطل بشرفاتها نحو الخارج.

تستمر مظاهر التضرس إلى الجنوب من الدعسة سائدة (الخراط ١-١٠)، (١١-١، ١٢)، وتغطي السطح من خط الساحل في الغرب حتى سبخة دخان في الشرق خطوط ارتفاعات متزاحمة ومتلاصقة قد تلتقي في حال تشكل الحواف الصخرية التي تتميز بها قبة فحاحيل، ولا تترك بينها إلا سطوحاً ضيقة جداً تعلوها نقط مناسبة ترتفع ما بين (٤٩-٦٧) م، وتتمثل بصفة خاصة إلى الجنوب من خط عرض «أم باب - مصنع الأسمنت»، ويتضح من الخريطة الطبوغرافية (خريطة رقم ١-٥)، أن هيئة الأرض في هذه الوحدة تشتمل على العديد من الروابي المنعزلة وخاصة في الجزء الجنوبي الشرقي منها، حيث تتباعد خطوط الارتفاعات المتساوية فتبلغ ارتفاعاتها المحلية بين (١٧-٢١) م، والتلال ذات القمة الواحدة أو القممتين، حيث ترتفع نحواً من (٥٣-٥٩) م، وهناك تلال ثلاثية القمم ترتكز على محور شمالي - جنوبي ترتفع ما بين (١٤-١٦) م عند الهمة، وبين (٢٢-٢٦) م إلى الشمال من مصنع الأسمنت.

وباقتراب خطوط الارتفاعات المتراسة من الساحل، يضيق تبعا لذلك السهل الساحلي أو قد يختفي وخاصة عند مواضع الرؤوس الصخرية، في حين تتباعد هذه الخطوط إلى الشمال من الهمة لترك شريطا ساحليا متسعا نسبيا، وإلى الجنوب من الهمة نعتلي خطوط ارتفاعات متوالية بشكل منتظم تقريبا باتجاهنا نحو الداخل حتى البداية الشمالية لقبة جليحة حيث نصعد بعض قممها التي ترتفع ما بين (٧٦-٨١)م، وقد تصل إلى (٨٣)م في الوسط، ومن جناحي هذه القبة تتناقص الارتفاعات باتجاه الشرق نحو الحورية فتبلغ ما بين (٣٥-٤٩) م، وباتجاه الغرب نحو أبو طريف فتحوم حول (٣٤-٣٨)م، ولكن ما يلفت الانتباه أن خطوط الارتفاعات المتوالية على الجانب الغربي أكثر تقاربا والتصاقا مما هي عليه في الجانب الشرقي، وتؤكد هذه الخصائص على تزايد انحدارات السطح التي تبلغ أكثر من (٢) درجة نحو الغرب وتدرج انحداراته نحو الشرق التي ربما تصل إلى نصف درجة (خريطة رقم ١-١٢).

والى الجنوب من جليحه يبدأ السطح بالاتساع والانخفاض وخاصة في الوسط، حيث لا تقل ارتفاعاته في معدلها عن (٥٥) م، تشرف عليه من الجانب الغربي حواف صخرية تتراوح ارتفاعاتها بين (٧١-٨٥) م، وتحد من الشرق خطوط ارتفاعات تتزايد قيمها بالاتجاه نحو الجنوب حتى تبلغ في طعس الكرانة إلى أكثر من (١٠٠)م، تغطي السطح هنا فرشات من الرمال تمتد باتجاه الجنوب الشرقي على شكل خيوط حتى المشاش Al Mushash (خريطة رقم ١-٣) لمسافة (٨, ١٤) كم، ويعرض يقل عند الأطراف ويتزايد في الوسط، حيث يبلغ (٥, ٣-١) كم في الشمال، (١, ٤) كم في الوسط، (٥, ٧-٠) كم في الجنوب، وفيما بين المشاش وطريق «الدوحة - أبو سمرة» يتقطع السطح إلى عدد من التلال القبابية والمخروطية، تعلوها قمم ترتفع بين (٦٣-٨٢) م.

من مجموعة التلال السابقة ينحدر السطح باتجاه الجنوب الغربي انحدارا لطيفا يبلغ في حدود (١/١٦٤)، ولكن ظهور الجدار الشمالي لحزم النخس يقطع استمرارية هذا الانحدار، بل ينحدر السطح بعكس هذا الاتجاه بمقدار (١/٦٩-١/٤١)، وبالتالي نحو الغرب تعود السيطرة على المظهر الطبوغرافي مرة

أخرى لخطوط الارتفاعات التي تتسم بنفس الخصائص السابقة، ولكن مع تبعنا لحزم النخس المستجه نحو الجنوب نعتلي ظهر الكويستا من الخلف حيث تتميز بانحدار خفيف حتى نبلغ القمة التي ترتفع إلى (٩٢) م، تشرف القمة على طريق «الدوحة - دخان» عبر واجهات من الحواف الصخرية القائمة، تتراوح ارتفاعاتها بين (٦٠-٨٠) م، ويبدو أن انحدار الحزم على الجانب الغربي أشد منه على الجانب الشرقي؛ لأن الفاصل الراسي في الأول أكبر منه في الثاني على أساس أن المسافة الأفقية متساوية، فإذا كانت المسافة الأفقية (٢٥٠٠) م حسب مقياس رسم الخريطة، فإن الانحدار على الجانب الغربي يبلغ (٢,٢) درجة، بينما لا يزيد على (١,٤) درجة على الجانب الشرقي.

يقطع هذه الوحدة العديد من الأودية، فبعضها تحتل خطوط تصريفه جوانب المرتفعات ويكون اتجاهها شرقي - غربي، فيما يحتل بعضها الآخر مناطق الأحواض الداخلية، وترتكز قطاعاتها الطولية على محاور عامة شمالية - جنوبية، متفقة بذلك مع محاور الطيات. فالقسم الشمالي من الوحدة الجبلية مزقتها مجموعة من الأودية السيلية إلى تلال منعزلة، يشاهدها المتجه على طول الطريق من دخان، إلى أم باب، فهي عبارة عن أودية قصيرة، سريعة الجريان، تنحدر خطوط تصريفها بشدة على الجانبين، لتنتهي في الداخل إلى المنخفض التكتوني، بينما لا تتجاوز في امتدادها غربا هوامش التلال الجبلية، إذ لا تلبث أن تتضاءل ومن ثم تتلاشى كلية بحيث لا تترك ما يشير إلى وجودها.

ويعتبر وادي الذياب (خريطة ١-٤) أحد الأودية الحوضية القديمة التي كان لها شأن إبان الفترة المطيرة، تحيط بهذا الوادي من الجانبين حواف صخرية لا يقل ارتفاعها عن (٦٠) م، في حين يبلغ ارتفاع سريره (القاع) Bed حوالي (٤٨) م في المتوسط، ومن قراءة خطوط الارتفاعات المتساوية لوادي الذياب يتبين أن عمليات النحت الجانبية Lateral Corrasion تظهر بوضوح على الجانب الشرقي، في حين تركزت عمليات الإرساب على الجانب الغربي، بدليل ضيق المسافات الفاصلة Short Intervals بينها على الجانب الغربي، مما زاد من شدة الانحدار، بينما تتباعد Wide Spacing على الجانب الشرقي فتبدو انحدراته بسيطة، وقد استطاعت عوامل التعرية منذ حلول الفترة الجافة حتى الوقت الحاضر أن تغطي أرضية

الوادي بإرسابات رملية طمست على إثرها بعض ملامحه الطبوغرافية
.Topographic Features

٥- منطقة الصحراء الجنوبية: (الجنوب القطري)

تشغل هذه المنطقة (راجع شكل رقم ١-٢) الجزء الداخلي الذي يقع إلى الجنوب من خط عرض الدوحة، وتتفق في امتدادها نحو الغرب مع طريق «الدوحة - أبو سمرة» التي تمثل الوتر في المثلث القائم الزاوية في خور العديد، والذي تمتد منه القاعدة حتى «أبو سمرة»، وهي بهذا الشكل تحتل -بالنسبة لقطر- أجزاء من الجنوب وخاصة الغربية منه حتى الحدود القطرية، وكل الجنوب الشرقي باستثناء منطقة الساحل القطري التي تمت دراسته، وبناء عليه تغطي رقعة تبلغ نسبتها (٣٤,٧٪) من مساحة قطر (راجع الخرائط ١-٣، ١-٤، ١-٨، ١-٩).

هذه المنطقة تشبه من الناحية الجغرافية الطبيعية المناطق الصحراوية في كل من «أبو ظبي والمملكة العربية السعودية والبحرين» نظرا لسيادة مظهر طبوغرافي يتمثل في الكثبان الرملية من ناحية، وسطوح الحمادة الصخرية التي تتخلل الكثبان من ناحية ثانية. فالسمات الطبوغرافية الأساسية Main Topographic Characteristics لهذه المنطقة: أن أكثر الارتفاعات تتركز في الجزء الغربي منها، حيث تبلغ (١٠٣) م في طوير الحمير، ولكنها حالة لا تتكرر، وأن معدل الارتفاعات تقع بين (٥٠-٦٠) م، وتمثلها التلال والحزوم والكثبان الرملية، وهناك بعض الحالات التي تبلغ بين (٣-١٠) م، وخاصة في النقيان وسودانثيل على التوالي، وقد تتخللها سطوح تتساوى ارتفاعاتها مع مستوى سطح البحر، وهي في كلتا الحالتين تمثلها السبخات.

فسطح الأرض في منطقة الصحراء غير منبسط أو مستو، بل يغلب عليه التمزج، وليس أدل على هذا التنوع من أن أراضي هذه المنطقة تنقلك عبر مساحات تغطي فيها «الكثبان الرملية» بصورها المختلفة على المظهر الطبوغرافي في الشرق، إلى «السطوح الصخرية» و «الحمادة الحصوية» التي يمزق أوصالها عدد من المنخفضات ذات الأشكال المتباينة، إلى «التلال والتنهيدات والحزوم» في وسط الغرب والغرب، تفصلها «فرشات» على شكل «عروق وخيوط رملية». هذا التنوع في طبوغرافية السطح مع مجموعة اعتبارات ذكرناها سابقا، تقودنا إلى تقسيم



المنطقة إلى مناطق ثانوية تتميز كل واحدة منها عن الأخرى بمظاهر جغرافية عامة متباينة، وهي كالتالي:

- (أ) منطقة العريق (العرايج). (ب) منطقة الطوار الميوسينية.
(ج) منطقة السطوح الصخرية. (د) منطقة الكشبان الرملية.

(أ) منطقة العريق (العرايج): Al Urayq Sub-Area

تقع هذه المنطقة الثانوية في أقصى غرب منطقة الصحراء الجنوبية، وهي عبارة عن مثلث يمثل رأسه موضع «أبو سمرة»، وساقه الشمالي يتفق مع القطاع الجنوبي لطريق «الدوحة - أبو سمرة»، وساقه الجنوبي ينطبق على خط الحدود المنطلق من «أبو سمرة» باتجاه الجنوب الشرقي، فيما يساير خط القاعدة حدود انتشار رمال العريق (خريطة رقم ١-٣)، وتبدأ المنطقة بالتحديد من طريق «الدوحة - أبو سمرة» قبالة حزم النخس عند خط عرض (٢٤° ٥٢') شمالاً. يمكن تقسيم المنطقة إلى قسمين: يضم الشرقي منها رمال العريق ووادي الجح، ويشمل الغربي نطاق التلال والحزوم الجنوبية مع الوضع في الاعتبار مظهر السبخات الذي يتداخل في كثير من المواقع، ويفصل بين مظاهر القسم الواحد أو حتى القسمين.

يبدأ القسم الشرقي بنطاق رملي ضيق في الشمال عرضه الوسطي (٣) كم، وارتفاعاته (٣٠) م في جزئه الشمالي، و(٤) م في جزئه الجنوبي، وهذا يعني أن الانحدار الموضعي لهذا النطاق يتفق وانحدار الأودية القديمة من الشمال إلى الجنوب، وهو انحدار لطيف لا يتعدى في معدله العام الدرجة. أما النطاق الأوسط من هذا القسم فيأخذ بالاتساع حتى يبلغ مداه قبالة القوس الداخلي لخط الساحل عند غار البريد، حيث يبلغ هذا العرض (٨) كم، وترتفع نقط المناسيب ما بين (٩-١٨) م في حديها الأدنى والأعلى، ويلاحظ أن هذه العلوات تتركز على الجانب الشرقي، بينما تسود المناسيب الدنيا كلا من الجزء الأوسط والغربي، ولهذا المظهر مغزاه، حيث يبدو أن جوانب الوادي القديم في هذا النطاق كانت غير متماثلة، إذ ربما كان يجنح في جريانه نحو الجنوب الشرقي حيث الثنية المقعرة فينحتهما، ويلقي بالرواسب على جوانب الثنية المحلبة، ومن هنا يشتد انحدار الجانب الشرقي المقعر، ويقل انحدار الجانب الغربي المحذب.

وبالاتجاه نحو الجنوب يضيق النطاق الرملي مرة أخرى ابتداء من خط عرض أبو سمرات العريق Abu Samrat Al-Urayq حتى خط عرض «أبو سمرة»، وذلك نتيجة تدخل «حزم المسحبية» Hazm Al Mas-habiyah، بحيث لا يزيد عرضه على (٢,٥) كم، وتندنى مناسيبه في حدها الأدنى إلى (٤) م، بينما تحتفظ بنفس القيمة كسابقتها في حدها الأعلى، يأخذ النطاق بعدها بالانفراج تدريجيا حتى يبلغ أقصاه (٨) كم عند «مشاش بن شافي» Mushash Bin Shafi، وبارتفاعات تبلغ بين (٥-١٤) م، ثم يواصل انتشاره نحو الجنوب، تتخلله رواسب السبخات التي تكاد تطمس معالمه وخاصة في أقصى الجنوب، ويسلو أن الوادي القديم في هذا النطاق قد انحرف قليلا نحو الجنوب الشرقي فالجنوب ثم الجنوب الغربي، ولهذا تقف على جانبه الأيسر حيطان شديدة الانحدار، ترتفع عند حافة الوادي القديم إلى (٦٠) م، تزيد الارتفاعات صعودا نحو القمة حتى (٩٩) م.

تحف بالنطاق الرملي من جهة الغرب وحدات تلالية من تكوينات الدام الأسفل والأعلى، تبدأ من الشمال بحزم النفخة Hazm Al Nafkhah، وهو عبارة عن تلة تتمحور بين الشمال الشرقي والجنوب الغربي فالجنوب كأنها مكملة لحزم النخس، وأعلى نقطة لها تبلغ (٤٦) م، بينما يمثلها عند أقدامها خط ارتفاع (٦) م، وتتميز بعدم انتظام جوانبها، إذ تنحدر انحدارا لطيفا نحو الشمال والجنوب، يتزايد هذا الانحدار على الجانب الغربي دون أن يرقى إلى معدلات انحدار القطاع الأوسط من الجانب الشرقي لهذا الحزم نحو منطقة من رواسب السبخات التي تفصله عن منطقة العريق، هذه الرواسب التي تمتد منها السنة سبخية داخل رمال العريق قد تبقى على اتصال بالمصدر أو تنفصل عنه.

والى الجنوب مباشرة من «حزم النفخة» يتميز السطح بالاستواء المفرط، ثم يبدأ بالارتفاع كلما تقدمنا نحو الجنوب حيث «حزم المسحبية»، يمتد هذا المرتفع من غار البريد مرتكزا على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي فالجنوب، ويتميز عن سابقه بأن له قمتين مغلقتين ومنبسطتين، يحدد القمة الأولى خط ارتفاع (٤٠) م، تتوسطه ارتفاعات تتراوح بين (٤٢، ٤٥) م، وتقع داخله منطقة حوضية مغلقة ارتفاعها (٣٩) م. أما القمة الثانية فيبدو أنها أكثر ارتفاعا وامتدادا وأقل اتساعا، وتميزها حواف صخرية شديدة الانحدار في جزئها الجنوبي يبلغ



ارتفاعها (٥٠) م، ويلاحظ أن انحدارات الحزم تبدأ لطيفة عند القمة، تزداد كلما اقتربنا من الوسط، وتستمر حتى الأقدام، وهي أكثر وضوحا على الجانب الغربي للجزء الشمالي، وعلى الجانب الشرقي للجزء الجنوبي من الحزم. تستمر رواسب السبخات - التي تفصل رمال العريق عن جوانب الحزم - بالظهور المتقطع والمساحات المحدودة، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٣، ٤) م، ويعني هذا أن التضرس المحلي يحوم حول (٤٢، ٤٦) م على أساس ارتفاعات القمتين بالترتيب (خريطة رقم ١-١٠).

الحزم الثالث يطلق عليه قرن أبو وائل Qarn Abu Wa'el وهو كسابقيه في التمحور، وتميزه قمتان، قمة شمالية متسعة ومستوية، تنحدر انحدارا بسيطا نحو الشمال والشمال الشرقي، وانحدارا شديدا نحو الجنوب والغرب عبر سفح هار، وترتفع إلى (٥٠) م، وقمة جنوبية محدودة المساحة، ترتفع إلى (٧٤) م وهي أشد انحدارا من سابقتها وخصوصا الجدار الغربي الذي يهبط بشدة نحو منطقة السبخات الواقعة عند أقدام الحزم، ومن الواضح أن الانحدارات الشديدة للحزم تتركز بين خطي ارتفاع (٤٠-٢٠) م باستثناء الملاحظات السابقة للقمة الجنوبية التي تشتد فيها الانحدارات بين خطي ارتفاع (٧٠-٢٠) م على الجانب الشرقي، وبين (٧٤-١٠) م نحو الغرب والجنوب الغربي، وتعكس هذه الخصائص صفة البناء الجيولوجي.

(ب) منطقة الطوار الميوسينية: The Miocene-Tiwar Sub-Area

تشمل هذه المنطقة المحيط الذي تتركز ضمن إطاره مجموعة الطوار المنعزلة، وقد تم إفراد دراسة خاصة بها لأسباب منها: أولا: أنها تقع وسط تكوينات تختلف عنها في خصائص التركيب الصخري. ثانيا: أنها تشكلت في فترة أحدث عمرا، وفي بيئة بحرية وقارية أكثر اختلافا، ثالثا: أنها تأثرت بالحركات التكتونية البنائية بدرجة أكبر مما تأثرت به التكوينات المحيطة بها. رابعا: أن انتشارها محدود مقارنة بما يحيطها من تكوينات تغطي تقريبا (٨٠٪) من سطح قطر. خامسا: أنها تقع وسط منطقة من الحمادة الصخرية متموجة السطح أو مستوية، لا تزيد الارتفاعات فيها على (٦٠) م، بينما تحتلي هذه المجموعة قمم يبلغ ارتفاعها (١٠٣) م، وتتراوح الأخرى ما بين (٨٠-٩٩) م.

وعلى هذا الأساس تتركز المنطقة في القسم الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر (الخريطتان رقما ١-٣، ١-٨)، وتضم نطاقين، يمتد الأول من «مكينس» Makaynis جنوب «طريق الدوحة - أبو سمرة» باتجاه الجنوب الغربي حتى وسط الواجهة الشرقية لخيوط روضة الفرس مروراً بالخرارة Al Kharrarah، ويمثلها في هذا النطاق كل من البعوضيات Al Bu'udiyat والطور At Tiwar وقُرَيْن أبو البول Qurayn Abu Al Bawl وطوار الخرارة Tiwar Al Kharrarah وطوير الحمير Tuwayyir Al Hamir وقليعات بن سعيد Qulay'at Bin Sa'id. ويمتد الثاني جنوب غرب طريق «الدوحة - أبو سمرة» مقابل التخش حتى الأطراف الشمالية لخيوط روضة الفرس»، ويشمل حزم الزريق Hazm Az Zurayq وخرزة الدرب Kharazat Ad Darb والقلاتل Al Qala'il.

يحد المنطقة من الجانب الشرقي خط يمتد من سلمية أبو قطبتين Salamiyat Abu Qatbatayn باتجاه الجنوب مع انحراف نحو الغرب إلى وادي جلال Wadi Jallal وأم جولق Umm Jawlaq فالخرارة، عندها يسير الطريق المار بسلمية الطوار Jallal وأم جولق Umm Jawlaq فالخرارة، عندها يسير الطريق المار بسلمية الطوار Salamiyat At Tiwar إلى أم جرّة Umm Jarrah، ومنها يفرقان ليتجه الخط نحو الجنوب الشرقي إلى أم عتر 'Anz Umm فأوقاب الطير Awqab At Tayr، حيث يلتقي مع طريق سودا نثيل ويسايرها حتى خط عرض (٢٤ ٣٩) شمالاً، أما حدود الجانب الغربي فيبدو أنها أكثر وضوحاً، إذ تمتد باتجاه الجنوب على طول خط يوازي الجانب الشرقي لمنطقة العريق، وإلى الشمال من خيوط الفرس ينحرف الخط ليمر بأم المسام Umm Al Masam فطريق سودانثيل التي يتبعها حتى خط عرض كبع الناقة Kab'an Naqa المتفق مع خط عرض (٢٤ ٣٩) شمالاً.

يبرز هذه المنطقة مظهران طبوغرافيان، المظهر الأول: يمثل سطح الحمادة الصخرية، وهو سطح متموج من تكوينات الحجر الجيري والدولومايت (الدام الأعلى) العائد للإيوسين الأوسط، فالخزام الشرقي الممتد بين البعوضيات والطوار وطوار الخرارة في الغرب ونطاق الكثبان الرملية في الشرق تعلوه في قسمه الشمالي ارتفاعات لا تزيد في معدلها على (٤٢) م، والسطح هنا مستو إلى حد كبير، تتناقص الارتفاعات نحو الجنوب (وادي جلال) فتبلغ في المتوسط (٣٩) م، وهذا

يعني عدم وجود فروقات في المناسيب لحد الإخلال باستواء السطح، إلا أن له أهمية بالنسبة للتصريف المائي رغم خلو هذا الحزام من خطوط التصريف (بغض النظر عن وادي جلال القديم)، إذ تكتنف السطح أحواض صغيرة مغلقة نقل ارتفاعاتها عما جاورها، فتبلغ في المعدل (٢٩) م، تستقبل تصريفا مائيا وقت هطول الأمطار دون تحديد لخطوط التصريف وإنما - يبدو - غطاءيا إذا ما كانت الأمطار من الغزارة كي تسمح بتكوين مثل هذه الغطاءات.

وفي النطاق الواقع بين الوحدة الشرقية من منطقة الطوار والوحدة الغربية منها، ومن طريق «الدوحة - أبو سمرة» في الشمال حتى روضة الفرس في الجنوب، نلاحظ اختلافاً في هيئة الأرض عن الحزام الشرقي، إذ تسوده ارتفاعات تفوق ما شاهدناه سابقاً، فتبلغ في حديها الأدنى والأعلى بين (٣٠-٦٣) م، وهو تأكيد على أن الانحدار العام في هذه المنطقة يتجه نحو الشرق والجنوب الشرقي، وينفرد بعدم استواء السطح على طول قطاعاته، وأن تكويناته يغلب عليها رواسب الطين والطيني، خاصة الجزء المحصور بين طريق «الدوحة - أبو سمرة» في الشمال، وخط يصل بين الكرعانة والعامرية في الغرب، والعامرية وسلمية الطوار في الجنوب، وخط يمتد بين بيض القاع Bayd Al Qa' والخزارة مروراً بالعوضيات والركية والخزرة في الشرق.

هذه الخصائص تعبر عن سيادة عدد ليس بالقليل من الأحواض المغلقة والروضات ذات الأشكال والأحجام والأنواع المتباينة، والتي ينحدر إليها السطح من جميع الجهات وبالتالي تستقبل ما ينصرف إليها من مياه الأمطار، وما تنقله إليها عوامل النحت من رواسب ناعمة دقيقة الحبيبات من المناطق المجاورة، فمعظم الأحواض إن لم يكن كلها مغلقة بخطوط ارتفاعات قد تصل في بعضها إلى حوالي (٥٤) م، وفي بعضها الآخر (٣٨) م، بينما تتراوح ارتفاعات قيعانها ما بين (٥٢) م، (٣٦-٣٧) م على التوالي، ولا يعني هذا أن كل الأحواض المغلقة تصلح للزراعة، فقد تكون ندوبا وعائية تغطي سطحها قشرة صخرية صلبة، مع ملاحظة أن الروضات لا تندرج تحت هذا النوع.

فالروضات التي تنمو فيها الأشجار أو تستخدم للزراعة تختلف في الشكل والمساحة عن الأحواض المغلقة في هذا النطاق، إذ لا تلتزم في كثير من المواقع

بخطوط الارتفاعات المتساوية، وإنما تتواجد في المواضع التي تتوافر لها فيها كل مقومات خصائصها كروضة، سواء لنمو الأشجار الطبيعية أو للزراعة، أو حتى لاحتوائها على تربة الروضات. فالروضات في هذا النطاق تتخذ أشكالاً متفاوتة، وتشعب أطرافها كيفما شاء، وتحتل مساحات تتراوح بين (١٠٠) م، وأكثر من (٢, ٥) كم، بينما تعتليها ارتفاعات يبلغ أقصاها (٧٠) م، وأدناها (٣٨) م، تفصلها سطوح صخرية تتميز بالتقطع والتضرس والانحدارات الواضحة، كما هو الحال في الجزء الشمالي الغربي من مزرعة الشيخ حسن.

وفي الجنوب الغربي من أم الجماجم Umm Al Jamajim، تغلظ الأرض وتكثر الحجارة ذات الحواف والزوايا المستنة، مما يجعل السير عليها صعباً، ويمثلها حزم أبو بطن Hazm Abu Batn الذي يتميز بظهر عريض وطويل، يتركز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وعلوات تبلغ (٦٠) م، وانحدارات تبدو بسيطة باتجاه الشمال والشمال الغربي، فيما يشرف الحزم على «أم الجراثيم» Umm Al Jarathim من جهة الجنوب الغربي بإقبالات واضحة، وانحدارات شديدة إذا ما عرفنا أن ارتفاعات الأخيرة تصل إلى (٣٥) م.

وهناك بعض المسل المائية في الجزء الشمالي من هذا النطاق تنحدر باتجاه الشمال الغربي، حيث تتميز بانحدارات لطيفة على طول قطاعاتها العليا والدنيا؛ لأنها تجري عبر منطقة مستوية، فيما تشتد انحداراتها عند قطاعاتها الوسطى، وهي رغم ذلك قصيرة ومؤقتة، تنشط وقت سقوط الأمطار، ثم تذوي وتختفي بعض معالمها إذا ما انحبست الأمطار عنها فترات طويلة.

أما المظهر الطبوغرافي الآخر فيتمثل في الطوار والقليعات والحُرزات والقلائل والأوقاب والحزوم التي تمت الإشارة إلى بعضها، ونبدأ من الجانب الشرقي لمنطقة الطوار. ففي القطاع الشمالي منه تبرز كتلة صخرية تميزها وحدتان متباينتان في كثير من الخصائص: «الوحدة الشمالية» يطلق عليها «البُعضيات» وترتكز على محور شمالي شرقي-جنوبي غربي مع انحراف نحو الجنوب، بطول يبلغ (١٢) كم، وعرض وسطي (٦) كم مع وجود بعض الاختلافات في اتساع قطاعاتها، ويتشكل الإطار الخارجي لها من رواسب الحجر الجيري والصلصال

المتنمي للدام الأسفل، يليه نحو الداخل رواسب قارية من الطمي ذي الحبيبات الخشنة (جراول Gravel)، اشتقت من تكوينات الهفوف، وتمثل القلب من هذه الوحدة، ويلاحظ أن الإرسابات الجبرولية تتخطى في كثير من المواقع إطارها الخارجي حتى لتكاد تطمس بعض معالم تكويناتها، هذا التنوع في التكوينات والتوزيع خلق وضعا طبوغرافيا نوضحه في التالي:

يتمثل هذا الوضع في شكل (٦) أحواض مغلقة تتوزع على ظهر الوحدة مناصفة بين الوسط والجنوب مع وجود فروقات في المناسيب بينهما تبلغ (٣٧) م، وهي أحواض صغيرة محدودة المساحة، تتراوح ارتفاعاتها في وسط الوحدة بين (٦٠-٧٠) م، والفروقات الموضعية بين (٢-٣) م على التوالي، وفي جنوب الوحدة تبلغ ارتفاعات الأحواض ما بين (٤٨-٥٧) م، ورغم التفاوت في الارتفاعات اتفقتا في قيم الفروقات، وتقودنا هذه الخصائص إلى تشبيه الأحواض بفوهة بركان Crater Like مع الفارق، حيث ساهمت عوامل التعرية والتجوية عبر نقاط الضعف البنائية التي يتميز بها قطاع التتابع الطباقى غير المتوافق في إزالة أو إذابة التكوينات الرخوة والقابلة للإذابة، فظهرت الأحواض المغلقة بهذا الشكل.

كما أفرزت بعض الاختلافات في خصائص الصخر وتوزيعها المكاني، سطوح تعرية مستوية إلى حد كبير، تفصل بينها فروق الارتفاعات البسيطة الناتجة عن مدى استجابة التكوينات الصخرية لعمليات التعرية، ومدى تأثرها بها رغم التشابه في التكوينات، فقد تبين أن ارتفاعات هذه السطوح تتفاوت بين الشمال والوسط والجنوب فتبلغ (٥٦، ٦٨، ٧٧) م على التوالي، ورغم التدرج في الارتفاع باتجاه الجنوب [وهو الذي أوحى إلى مهندسي الطرق بإنشاء طريق من الدرجة الثانية يعبر الطرف الشمالي الغربي فالوسط إلى أن ينتهي في الطرف الجنوبي الشرقي عند قرين أبو البول]، إلا أن الانحدار العام لا يقتصر على جانب دون آخر، والموازنة بين هذه الجوانب تكمن في مدى التفاوت في الانحدار على طول قطاعاتها، ومقدار الفاصل الرأسى بين خطوط الارتفاعات، أو بين القمة والقاع.

فلاحظ أن ارتفاعات القمة تتراوح بين (٧١) م في الجزء الشمالي، (٧٧) م في الوسط، (٨٠) م في الجزء الجنوبي، وبالمقابل فإن ارتفاعات أقدم الكتلة

بالنسبة للترتيب السابق على الجانبين الشرقي والغربي تتأرجح بين (٤٢، ٥٥) م، (٤٣، ٥٧) م، (٣٧، ٥٢) م على التوالي، وهي معطيات (الفواصل الرأسية والمسافة الأفقية) تكشف لنا عن معدلات الانحدار العام التي لا تزيد على (نصف) درجة على الواجهة الشرقية، وتقل على طول محورها باتجاه الجنوب، بينما تغطت (١,٥) درجة على الواجهة الغربية، مع غياب ما لمسه من تدرج في الانحدار على الواجهة الشرقية. أما القطاعات التضاريسية فتشير إلى استواء السطح على الظهر، وتزايد كلاً ما اقتربنا من نقط الأساس، وخاصة في الجانبين الشرقي والغربي من الكتلة، حيث نشاهد على الجانب الأخير سفحاً شديداً للانحدار يتفق وخط ارتفاع (٦٠) م، ويمتد بين الشمال والجنوب لمسافة (١,٢) كم، ويقع على بعد (١,٥) كم إلى الشرق من الركية Al Rakiyah.

أما «الوحدة الجنوبية» فيمثلها كل من «الطوار»، و«قرين أبو البول»: وهي مكمل للوحدة الشمالية، ومتماثلة معها في التكوينات، مع بعض الاختلافات التي تظهر في صغر الحجم، والشكل الدائري تقريباً، واختفاء الجراول إلا من شريط صغير يمتد على أطراف الجزء الجنوبي الشرقي محاذياً لطريق الوكير - الخراة. وظهور تكوينات الحجر الجيري الطباشيري والصلصال (الدام الأعلى)، وهو الشق الثاني الذي اختفى من الوحدة الشمالية، إضافة إلى الرواسب الرملية التي تفصل قرين أبو البول في الشرق عن الطوار في الغرب، والجراول عن تكوينات الحجر الجيري والدولومايت في الجنوب الشرقي، ويمتد الطوار على محور شمالي - جنوبي بطول يبلغ (٥,٢) كم، وبمعدل عرض (٤,٢) كم.

على الرغم من استمرار تشكل هيئة الأرض بالأحواض الداخلية كمثيلاتها الشمالية، والتي تقع على أطرافها الشمالية والشمالية الغربية عند نقط المناسب (٥٤، ٤٦) م على التوالي، فإن الخصائص الطبوغرافية التي تنفرد بها الوحدة الجنوبية - استجابة لخصائص التكوينات الصخرية - تكمن أولاً: في الامتداد الهضبي المستوي لظهر الوحدة الذي لا تقطع استمرارته إلا علوة صغيرة ترتفع إلى (٨٠) م، ويتفق في امتداده مع تكوينات الهفوف من الجراول والرمال القارية، ويمتد ضيقاً في الشمال بعرض (٥٠٠) م، ثم يتسع في الوسط ليلعب (١,٢٥) كم، ويكاد لا تتضح معالمه في الجنوب لسيادة مظهر التراجع الخلفي للسفوح Slope Retreat،

ويلاحظ أن ارتفاعات السطح الهضبي تتساوى على طول قطاعاته فتبلغ (٧٦)م، وينحدر على جوانبه ضمن حدود تكوينات الهفوف انحدارا لطيفا يكاد لا يبين، فإذا ظهرت مكاشف طبقات الدام الأعلى من الحجر الجيري والطباشير والصلصال تبدل الوضع، وبرزت أهم المظاهر الطبوغرافية المتمثلة ثانيا: في أحزمة السفوح.

يبدو أن أحزمة السفوح لا يقتصر تشكلها - ضمن تكوينات الدام الأعلى - على الحدود الفاصلة بينها وبين تكوينات الهفوف من جانب، وبينها وبين تكوينات الدام الأسفل من جانب آخر، وإنما ظهرت ضمن تكوينات الدام الأسفل وعلى طول قطاع من الحد الجيولوجي الفاصل بينها وبين تكوينات الرمال السليكية العائدة للرباعي، وتعكس هذه الخصائص مدى تجاوب تكوينات الدام الأعلى لعمليات التشكيل الخارجية، بحكم احتوائها على الطباشير، وملازمتها لتكوينات سريعة الاستجابة لهذه العمليات، وهناك حزامان من السفوح: حزام داخلي متصل إلا في قطاعات ثلاثة، أحدها في الشمال الغربي، والآخر في أقصى الشمال الشرقي، والثالث في وسط الغرب، ويلاحظ أن سطوح الانفصال هذه ترتبط بسمك التكوينات من ناحية، وبانتشارها الأفقي من ناحية ثانية، واختلاطها المحتمل ببعض الصخور النارية التي تحتويها تكوينات الهفوف (الجرانيت والبالزت والبورفير) من ناحية ثالثة.

يتميز الحزام السفحي الداخلي بالتعرج والتداخل الواضح، إذ تمتد بعض الحواف الصخرية التي مازالت على اتصال هش بالكتلة بواجهتين متضادتين كتواء نحو الخارج، بينما يتقوس بعضها نحو الداخل، هذا الوضع قد يؤدي إذا استمرت عمليات النحت التراجعي قوية ونشطة: إما إلى التحام الواجهتين ومن ثم انهيارها وتحولها إلى ركامات السفوح، وإما إلى فصل التواء عن المصدر ووقوفه ككتلة منعزلة تصارع عمليات النحت، وكثيرا ما نشاهد ركاما صخريا بأحجام مختلفة يفتقرش أرضيات أقدام السفوح، أو يغطي السطوح المجاورة لها بدون انتظام، الأمر الذي يرشد إلى مواضع السفح القديم، وينبئ بمدى التطور الجيولوجي الذي حدث للمنطقة.

فارتفاعات السفح الداخلي على طول قطاعاته تتراوح ما بين (٦٠-٦٨) م للواجهات الشرقية، و(٦٦-٦٨) م للجنوبية، و(٦٠-٦٨) م للغربية، وما بين

(٦٠-٦٦) م للشمالية، وتشير هذه القيم إلى أن التراجع الخلفي يكون متعادلا إلى حد كبير (في حالة تشابه الظروف والعوامل)، تشذ عنها الحواف الشمالية لأسباب ذكرناها سابقا. تمثل السفح الداخلي حواف صخرية Escarpments فجائية الانحدار، يعلوها مظهر هضبي مستو، ويمتد عند حضيضها فيما وراء الركام سهل متموج تتخلله رقع مستوية ومفتوحة خاصة أمام الجانب الشرقي للوحدة، حيث تطفئ بعد ذلك الأشكال الرملية، بينما تكتنف السطح على الجانب الغربي أحواض مغلقة، ومواقع لتربة الروضات، ومساحات حصوية، وانحدارات خفيفة.

أما السفح الخارجي فيحتل موقعين، الأول: في الشمال الشرقي ويمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بطول يبلغ (٩٠٠) م، وارتفاعات تتراوح ما بين (٥٠-٥٢) م، ويتخذ شكل شبه منحرف مبتور القاعدة الكبيرة، ويتعد عن الحد الجيولوجي الفاصل بين تكوينات الدام الأسفل وتكوينات الرباعي بين (١٠٠-١٢٥) م نحو الغرب، ويفصله عن السفح الداخلي سطح شبه مستو، تبرز وسطه تهنيدات قممية ترتفع بين (٥٨-٦٢) م. والثاني: في الجنوب الشرقي، ويرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، يمثله قسمان، القسم الأول: بطول (٢) كم، والقسم الثاني (٥٠٠) م، وتتراوح ارتفاعاتهما ما بين (٥٠-٥٢) م، مع وصول بعض حواف القسم الثاني إلى مشارف خط ارتفاع (٥٤) م، وربما يعزى هذا إلى تراجع حواف القسم الثاني بدرجة أسرع مما هي عليه في القسم الأول، ويلاحظ أن حواف السفح الخارجي تتفق مع محور الحد الجيولوجي الفاصل بين تكوينات الدام الأسفل والرباعي، ويتميز ظهيرهما بضيقه وعدم استوائه نسبيا، نظرا لانتشار مخلفات السفح الداخلي فوق رقعته، وقد يصل انحداره إلى أكثر من (٢) درجة في بعض المواقع.

يتشكل قُرين أبو البول من ارسابات رملية تفصله عن الطوار في الغرب، تفتش سطحها مستويا تبلغ ارتفاعاته (٤٢) م، تتخلله علوات من تكوينات الدام الأسفل ترتفع إلى (٥٢) م، وينتهي هذا السطح إلى منطقة في أم جولق تصل ارتفاعاتها إلى حوالى (٥٢) م، ويبدو أنها منطقة حوضية تتجمع فيها مياه الأمطار من ناحية، وتنساب إليها بقايا المياه السطحية الهابطة من المناطق المجاورة، وتغطي



السطح هنا إرسابات من الطمي الغريني ذي الحبيبات الخشنة شديدة التماسك، يجعل من الصعب استخدامها لبعض الزراعات، إلا إذا تم التعامل معها بطرائق تناسبها، ومعالجتها بمواد تساعد على تفكك جزيئاتها.

يمتد طوار الحرارة إلى الجنوب الغربي من الطوار (خريطة رقم ١-٣) ويقع بين الحرارة في الشرق والثليم Ath Thulaym في الغرب، بمعدل عرض يصل إلى (٥,٥) كم، ومزرعة الشيخ حسن في الشمال، وسلمية الطوار في الجنوب، والذي يتفق مع خط عرض (٢٤°٥٠) شمالاً، بطول يبلغ أقصاه (١٠,٥) كم، مرتكزا على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، ونلاحظ أن تكوينات طوار الحرارة يغلب عليها جروال الهفوف القاري بنوعيه (طمي خشن الحبيبات، ورمل)، مع تكوينات الدام الأسفل والأعلى، ومن توزيع الإرسابات بوضعها الحالي يهيا إلى أن هذه المنطقة كانت تمثل خط التصريف الرئيسي Main Drainage Line للنظام النهري القديم، فكان يلقي بإرساباته فيها عند بطء انحدار مجراه وصعوبة نقلها.

وقد تعرض طوار الحرارة كسابقيه لضغوط جانبية يبدو أنها من جهة الغرب، فتأثرت بها جوانبه الغربية بدرجة أكبر مما تأثرت به جوانبه الشرقية، وأوضح ما تكون في النصف الجنوبي منه، فاستجابت لها - على ما أظن - مناطق الحدود الجيولوجية الفاصلة بين تكوينات الدام الأعلى والنفوف استجابة نتج عنها نطاقات ضعف كانت من أسهل الخيارات لفعل عمليات النحت، إضافة إلى ما ذكرناه عن هذا الجانب عند دراسة الطوار، فتشكلت تبعا لذلك حواف صخرية تسقط واجهاتها بزوايا قائمة من ارتفاعات تبلغ ما بين (٧٤-٨٠) م على الجانب الغربي، وبين (٧٠-٨٠) م على الجانب الشرقي، تعلوها صعودا نحو القمة ارتفاعات تبدأ معها خطوط الارتفاعات متقاربة إلى درجة التماس، ثم تأخذ المسافات الأفقية في الاتساع إلى أن نعطي قمة هضبية مستوية، تتسع في أقصى الشمال والوسط فترتفع بين (٧٨-٨٤) م، (٨٧-٩٠) م على التوالي، ثم تضيق الهضبة فيما بين هذين وتتلشى، وتبلغ ارتفاعاتها من (٨٥-٨٧) م.

وإذا تركنا الحواف الصخرية واتجهنا صوب الأطراف، سنلاحظ سطحا مستويا بوجه عام، ولكنه ينحدر بدرجات متفاوتة تتراوح ما بين (٠,٥-١,٥) درجة على



الجانب الغربي، وأقل من درجة على الجانب الشرقي، وهو مظهر طبوغرافي رغم تواضعه يؤكد على مدى خضوع الجناح الغربي لطوار الحرارة للضغط الجانبية بقدر يكفي لتمييزه عن الجناح الشرقي، وعند أطراف الطوار تتبدل هيئة الأرض ويسودها العديد من الأحواض المغلقة، يمكن الاستدلال عليها من رواسبها الغرينية ذات الحبيبات الدقيقة من ناحية، وانخفاضها الواضح عما جاورها، وظهور بعض الأعشاب والشجيرات الطبيعية بخصائصها البيئية من ناحية أخرى.

يلي طوار الحرارة باتجاه الجنوب الغربي طوار الحريثي، وكل من طوير الحمير وقليعات بن سعيد (شكل رقم ١-٣)، يمتد طوار الحريثي على محورين: شمالي شرقي - جنوبي غربي حتى الحريثي، بطول يبلغ (١,٥) كم، وعرض لا يتجاوز (٧٥٠) م، وبعد ذلك يتمحور بين الشمال الغربي - الجنوب الشرقي حتى أم جرة، بطول يبلغ (٤,٢) كم، ومتوسط عرض (١,٩) كم، وحزم العراد الذي يمتد إلى الشرق من طريق الحرارة-سودانثيل، بطول (١,٩) كم، وعرض وسطي (٥٠٠) م، أما طوير الحمير فيستفك في امتداده مع طوار الحرارة والطوار، بطول يبلغ (٧,٧) كم، ومعدل عرض (٢,٢) كم، وأمام طرفه الشمالي من ناحية الشرق تمتد أوقاب الطير بطول (١,٥) كم، وعرض يبلغ معدله (١,١) كم، وإلى الغرب من نصفه الجنوبي تمتد بمحاذاته وعلى مقربة منه - مع انحراف نحو الجنوب الشرقي - قليعات بن سعيد، بأبعاد تبلغ معدلاتها (١,٣) كم، (٦٢٥) م.

يتشكل طوار الحريثي من تكوينات مماثلة لتكوينات طوار الحرارة والطوار إلا من جراول ورمال الهفوف ومشتقاته من الطمي ذي الحبيبات الخشنة التي تمثل نسبة ضئيلة جدا، ويلاحظ وجود تداخل بين تكوينات الدام الأسفل والأعلى من جهة الشمال والغرب، وبين الدام الأسفل والدام الأعلى من جهة الجنوب الشرقي، بينما تختفي تماما تكوينات الدام الأعلى من طوير الحمير والقليعات إلا من رقع لا تذكر، وتنحصر تكوينات الهفوف ومشتقاتها في وسط الجزء الشمالي، في حين تغطي تكوينات الدام الأسفل معظم مساحتهما، وقد لعبت هذه التكوينات دورا أساسيا في تحديد المظهر الطبوغرافي لطوار الحريثي، وأول ما يثير الاهتمام مجموعتان من الحواف الصخرية تحتلان وسط الشرق.

الأولى: تحف بأطراف تكوينات الهفوف من الشمال الشرقي والجنوب الغربي، تحصر بينها سطحا تم تفريغ بعض مكوناته من الحجر الجيري والطباشير، ومشتقات تكوينات الهفوف، فانخفض في حدود متر عما يليه، وما بين (٢٤-٢٦) م عن أعلى نقطتين مجاورتين ضمن الحواف، والبالغتين (٨٧، ٨٩) م، ويبلغ معدل عرضه (٣٦٣) م، يضيق الحوض المفرغ باتجاه الجنوب حتى يختفي حال تزايد ارتفاع السطح نتيجة اقتراب الحواف من بعضها، ويتفق الانحدار الحواف من الاتجاهين الشمالي الشرقي والجنوبي الغربي، إذ يبدأ الانحدار على الجانب الأول من خط ارتفاع (٨٠) م نحو منطقة سهلية مستوية، ترتفع (٦٣) م، لتصل في النهاية إلى أحواض مغلقة تنخفض عما حولها من (١-٣) م، وتتمثل فوق تكوينات الدمام الأعلى، ومن نقطة منسوب ترتفع (٨٧) م تمتد حزام سفحي نحو الجنوب الشرقي يبدأ منه الانحدار على الجانب الآخر، أي باتجاه الحوض المفرغ، حيث يبلغ الانحدار في حدود (٣) درجات.

والثانية: تقع ضمن تكوينات الدمام الأعلى، وعلى بعد (٤٠٠) م إلى الشرق من الحد الجيولوجي المتداخل بينها وبين تكوينات الدمام الأسفل، وهي عبارة عن تل مخروطي يرتفع (٨٩) م، وبفارق يبلغ (٢٦) م عن نقطة منسوب الحوض المفرغ (٦٣) م، وبناء عليه يبلغ انحدار التل صوب الحوض (٤) درجات (بغض النظر عن انحدار الحواف)، بينما يتفاوت انحداره نحو الجوانب الأخرى، فيبلغ على طول قطاع يصل بين أعلى نقطة (٨٩) م، وخط ارتفاع (٥٠) م نحو الغرب - مثلاً - أكثر من (٥) درجات، بينما يبلغ أكثر من (٤) درجات صوب الجنوب.

إلى الجنوب الغربي من التل المخروطي ذي الحواف الصخرية المحيطة بالقمة يقع تل آخر شبه مخروطي، تعتليه قمة ترتفع (٦١) م، يحصران بينهما مظهرًا حوضيًا تشكل ضمن تكوينات الدمام الأعلى، وينفرج نحو الشمال فالشمال الغربي، وكذلك صوب الجنوب، ينحدر إليه التلان المخروطيان بدرجات متباينة، يبلغ انحدار التل الأول على طول خط محوري شمالي شمالي شرقي - جنوبي جنوبي شرقي (٢) درجة، وانحدار التل الثاني على طول خط أفقي شرقي - شرقي (١، ٢) درجة، وهي قيم - رغم ضآلتها - لها مدلولها في تحديد هيئة الأرض وخصائصها المظهرية. وإلى الجنوب الغربي للمظهر الحوضي وحول منطقة «أم جرة» تقع بعض الكثبان

الرملية الهلالية، بارتفاعات تبلغ (٦٠)م، واتجاهات جنوبية مع امتداد نحو الجنوب الشرقي، منسجمة بذلك مع الرياح الشمالية الغربية السائدة، وهي بهذا الامتداد في طريقها إلى تغطية طريق الحرارة - سوداثيل ضمن مجال تحركها.

أما طوير الحمير (خريطة رقم ١-٣) فيمكن تحديده من الجنوب والجنوب الغربي بخط ارتفاع (٦٠)م، والشمال الغربي بنقطة منسوب (٦٩)م، والشمال بخط ارتفاع (٧٢)م، والجانب الشرقي بخط ارتفاع (٧٢-٦٨)م في الشمال والجنوب على التوالي، ولكنه تحديدا يبدو تعسفيا لانحصاره في كتلة الطوير نفسها، فإذا وضعنا في الاعتبار ملحقاته المتمثلة في أوقاب الطير وقليعات بن سعيد وبعض الكتل من الدام الأسفل ومن مشتقات الهفوف، فإن التحديد بهذه الكيفية قد يعطينا صورة واضحة المعالم عن خصائصه. ومهما يكن من أمر، فلنأخذ كويستا يبلغ أقصى ارتفاع لقمته حوالي (١٠٣)م، وارتفاعاتها المحلية - وفق التحديد السابق وتربيته - تتراوح ما بين (٤٣، ٣٤، ٣١، ٣١، ٣٥)م وهو الارتفاع الفريد في شبه جزيرة قطر، ويتركز في الجزء الشرقي من النصف الشمالي للكويستا، ويرتبط بتكوينات الهفوف ومشتقاتها، تميزها حواف صخرية شديدة الانحدار، تواجه الشمال برأس يتفرع منه ضلعان يسيران خط ارتفاع (١٠٠)م، يمتد الأول باتجاه الجنوب الغربي لمسافة (٤٠٠)م، ويتوجه الثاني نحو الجنوب الشرقي بطول يبلغ (٢٠٠)م، حيث يتصل عندها بحزام الحواف الذي يقضي أثر خط ارتفاع (٩٨)م نحو الجنوب فالغرب بطول يبلغ (١,٢)كم، (٣٠٠)م على التوالي.

ويعني هذا أن الانحدارات على جانبي طوير الحمير غير متكافئة، ويتمثل تقديرها الحقيقي بقياس الانحدارات على أساس محور القمة الشمالي - الجنوبي، فعلى طول خط عمودي على محورها، قيمته العليا أعلى نقطة منسوب لها، وقيمتها الدنيا باتجاه الشرق خط ارتفاع (٧٢)م، وباتجاه الغرب خط ارتفاع (٦٠)م، وفق التحديد الذي تم سابقا، نجد أن الانحدار على الجانب الشرقي يبلغ (١,٨) تقريبا (دون اعتبار للحواف الصخرية ذوات الزوايا القائمة)، وعلى الجانب الغربي (٨,٠) درجة، ويبلغ الانحدار نحو منطقة حوضية تقع باتجاه الجنوب الغربي (٧,٠) درجة، وبنفس المعيار نحو منطقة حوضية تقع إلى الجنوب الشرقي من القمة نقطة منسوبها (٦٥)م، يبلغ الانحدار درجة تقريبا، وهو تأكيد لما أوضحناه

قبل قليل، وخلاصة القول أن طوير الحمير عبارة عن مظهر كويستا مقدمتها الشمالية والشرقية عمودية الانحدار وظهرها في الغرب والجنوب الغربي (الوسط والمؤخرة) خفيف الانحدار.

أما المنطقة الواقعة بين طوار الحريشي وطيور الحمير فيمثلها سطح متموج أرضه لينة رخوة وخاصة حول مشاش أم جرّة Mushash Umm Jarrah، تتخلله بعض الأحواض المغلقة التي لاتزيد ارتفاعاتها على (٤٣)م مقارنة بما حولها من العلوات التي قد ترتفع إلى (٦٣)م. وعدد من الكثبان الرملية بأحجامها المختلفة، شكّلتها الرياح وفق اتجاهاتها السائدة. وبعض التلال الصغيرة المسطحة بنقط مناسب قد تصل إلى (٥٩)م، وارتفاعات محلية تبلغ (١٧)م، ومن شكل (خريطة رقم ١-١٢) يتبين أن انحدارات المنطقة تتفق مع الانحدار العام لسطح شبه جزيرة قطر، أي نحو الشرق والشمال الشرقي. فلو رسمنا خطا محوريا جنوبي غربي - شمالي شرقي بين الطرف الشمالي لطيور الحمير وأم جرّة لتبين لنا التالي: تبدأ الانحدارات بسيطة ولكنها واضحة لمسافة (٥٠٠)م، يبلغ معدلها أقل من درجة، تزيد بعد ذلك لتصل إلى (١,١) درجة، ثم تنفرج الأرض عن سهل مستو مع تقوس بسيط نحو نقط الأساس حتى أم جرّه.

إلى الغرب من نطاق الطوارات تمتد كتلة صخرية تمثلها خررة الدرب في الشمال والقلائل في الجنوب، وهي رغم وقوعها على طول محور «جبجب - المغمضات - طعس الكرعانة - حزم النخش» ذي الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، إلا أنها - كما يبدو - لم تتأثر كثيرا بالضغط الجانية التي رسمت هذا المحور، فاتخذت اتجاهها شماليا - جنوبيا، ولكونها - إضافة إلى ذلك - تقع ضمن حدود الجنوب القطري، آثرت أن الحلقها بنطاق الطوارات. تنحصر خررة الدرب والقلائل بين حزم النخش والعريق في الغرب، وطريق الدوحة - سودائيل في الشرق، وبين طريق الدوحة - أبو سمرة في الشمال وخيوط روضة الفرس في الجنوب، ويبلغ أقصى طول لها (١٨)كم، حيث تستدق عند الأطراف وتتسع في الوسط، ويبلغ متوسط عرضها (٣,٥)كم، وتغطي رقعتها تكوينات الدام الأسفل، بينما تنتشر مساحات قليلة من تكوينات الدام الأعلى في الطرف الشمالي وفي

الوسط والجنوب، تلازمها تكوينات الهفوف، فضلا عن وجود بعض مشتقات الهفوف في الشمال والجنوب الشرقي، ورواسب رملية محدودة الانتشار في وسط الشمال والجانب الغربي، ويلاحظ من الخريطة الجيولوجية وجود تداخل بين تكوينات الدام الأسفل والدام الأعلى وخاصة في وسط الجانب الشرقي.

تتركز أعلى نقط للمناسيب في كل من خرة الدرب والقلائل، ضمن تكوينات الهفوف والدام الأعلى، داخل إطار يمثل خط ارتفاع (٦٠)م، حيث تتراوح بين (٨٦)م في حدها الأدنى، (٩٩)م في حدها الأعلى، تلازمها حواف صخرية شديدة الانحدار. فالقلائل الواقعة إلى الجنوب الغربي من خرة الدرب عبارة عن تل كبير مسطح نسبيا، تتراوح ارتفاعاته بين (٧٦-٧٨)م، وتبلغ أبعاده بين الشمال الغربي - الجنوب الشرقي (٥,٧)كم، ومتوسط عرضه (٢,٨)كم، تقطع تواصله مجموعة تلال صغيرة مخروطية الشكل، تتوسطها نقط مناسيب ترتفع إلى (٩٩)م، وتصاحبها حواف صخرية شديدة الانحدار، تتخذ شكلا نصف دائري، وأخرى كاملة الاستدارة، وثالثة عبارة عن شريط متعرج من الحواف تتركز في وسط الجنوب الغربي من القلائل، وتمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، تنحصر جميعها ضمن خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٦٠)م عند الأطراف، و(٨٨)م في الوسط. أما خرة الدرب فتميزها تلال ذات حواف صخرية تتفاوت ما بين المخروطية والمسطحة، ترتفع قممها إلى (٩٩)م، وتصل في أقلها ارتفاعا إلى (٨٦)م، بينما تبلغ ارتفاعاتها الموضعية في حدود إطارها (٥٧)م، وفي القلائل (٤٥)م.

ربما كانت المنطقة الواقعة بين خرة الدرب والقلائل إبان الفترات المطيرة مجالا لأحد خطوط التصريف التالية Subsequent، حيث تتجمع فيها المياه الهابطة من المرتفعات الشمالية والجنوبية عبر خطوط تصريف عكسية Obsequent، وكانت المجاري التالية تنحدر من مناطق تقسيم المياه في اتجاهين: الأول: نحو الجنوب فالجنوب الغربي لترفد في وادي العريق، والثاني: يتجه نحو الشمال الغربي فالغرب لتلتقي وادي العريق إلى الشمال من القلائل، هذه القلائل كانت تشرف على الوادي من جهة الغرب عبر مصاطب مستوية تقريبا، يحتمل أن تكون بنائية بارتفاعات محلية مقارنة بقاع الوادي تبلغ ما بين (٢٠-٢٣) م، بينما يعلوها



صعودا نحو القمة مظهر طبوغرافي مغاير تماما، يبدأ مقعرا فوق سطوح المصاطب، ثم يتحدب على طول قطاعه تحديبا واضحا جدا، يبلغ ذروة انحداره في الجزء المجاور للمصاطب حوالي (٣) درجات، وفي الجزء الآخر المنتهي عند القمة ذات السطح المستوي (١,٥) درجة، أما الانحدار العام من القمة حتى قاع الوادي من خلال العلاقة بين المسافة الأفقية وفرق المناسيب فيبلغ دون الدرجة بقليل.

يلاحظ في خروزة الدرب أن مظهرها المصطبي أقل ارتفاعا من نظيراتها في القلائل، إذ ترتفع ما بين (٢٠-٢٣) م، بينما تبلغ ارتفاعاتها الموضعية مقارنة بنقطة أساس قاع الوادي وهي (٤) م ما بين (١٦-١٩) م، ومن خلال قراءة الخرائط الطبوغرافية للمنطقة والتمعن فيها، وملاحظة مدى التراجع الخلفي لخطوط الارتفاعات وانحناءاتها الصريحة نحو خطوط تقسيم المياه، يتبين أن هناك خطوطا لتصريف المياه، وأن خطا كانت منابعه العليا تتركز في الجزء الجنوبي الشرقي من تل يقع وسط غرب خروزة الدرب، ترتفع قمته (٩٩) م، يتجه هذا الوادي عبر منطقة يحدها خط ارتفاع (٦٠) م نحو الجنوب الشرقي لمسافة (٢) كم، ويتميز باتساعه الذي يبلغ (٥٠٠) م، وببطء انحداره، وارتفاع قاعه الذي يتراوح ما بين (٥٩، ٥٦) م هبوطا نحو المخرج، يتجه بعد ذلك نحو الشرق تحت تأثير الكتل الصخرية الزاحفة عليه من الشمال والجنوب، ولهذا كان ينساب عبر منطقة أشبه ما تكون خانقية، لا يتعدى اتساعها (٢٥٠) م، ينفرج بعدها على منطقة تصريف داخلية ترتفع (٤٢) م.

إضافة إلى ذلك تتميز خروزة الدرب بوجود العديد من الأحواض المغلقة، تنصرف إليها مياه الخروزة وقت سقوط الأمطار، وتتركز على الجانب الشرقي والشمال، تحدها من الغرب سلسلة من القمم تمتد على شكل قوس يبلغ أقصاها ارتفاعا (٩٠) م، بفارق محلي يتأرجح بين (٤٨-٥٠) م، ويلاحظ أن انحدار السلسلة نحو الأحواض يبدأ بطيئا نسبيا، ثم يتزايد فيما بين خطوط الارتفاعات (٦٢-٤٦) م، فيبلغ (١,٤٤) درجة، وعلى الجانب الغربي للخروزة يتميز القطاع من بدايته بتقوس حاد حتى خط ارتفاع (٦٠) م، وانحدار يبلغ (٢,٧) درجة، ويبلغ الانحدار بين خطي ارتفاع (٦٠-٤٠) م حوالي (٢,٤) درجة، ثم يبدأ تقعر خط

القطاع واضحاً بعد ذلك؛ لأن الانحدار يبلغ (٨٨, ٠) من الدرجة، وعلى العموم فإن معدل الانحدار من القمة حتى خط ارتفاع (٢٠) م يبلغ (٦٦, ٢) درجة (المسافة الأفقية ÷ الفاصل الرأسى × ٦٠)، وتعني هذه الخصائص الطبوغرافية أن الجانب الغربي لكل من خرزة الدرب والقلائل تأثر أكثر من الجانب الشرقي بالحركات الجانبية نتيجة للزحزحة التي حدثت للكتلة العربية باتجاه الشمال الشرقي.

(ج) منطقة السطوح الصخرية:

تمثل السطوح الصخرية إحدى المناطق الطبوغرافية في الجنوب القطري، وهي عبارة عن أرضية صحراوية Desert Pavements كثيراً ما تميزها مساحات عارية تكسوها أغشية صلبة أحياناً Solid Blankets، وتفتقر أرضيتها كتل من الحجارة السائبة في بعضها، وقد تغشاها مفتتات خشنة أو ناعمة تعمل على التحامها ولو بصفة مؤقتة في بعضها الآخر، وتنحصر منطقة السطوح الصخرية في وحدتين: تغطي الوحدة الأولى: منطقة تبدو على شكل شبه منحرف، قاعدته الكبرى يمثلها خط أنابيب المياه المار بأبو نخلة Abu Nkhlah إلى مسيعيد Musa'id، وقاعدته الصغرى طريق «الدوحة - الوكرة»، وضلعه الأيسر طريق «الدوحة - أبو نخلة»، وضلعه الأيمن طريق «الوكرة - مسيعيد»، وهي بهذا التحديد تقع إلى الشمال مباشرة من منطقة الكثبان الرملية ونقيان قطر.

أما الوحدة الثانية: فيمكن تحديدها من ناحية الشرق بخط يمتد من أم جولوq باتجاه الجنوب الشرقي فيعبر الخيب Al Khubayb باتجاه الجنوب إلى الفليح Al Fulayyih الواقعة شرق مزرعة الغشأم فالفليحة Al Fulayhah ثم إلى أم الحيران Umm Al Hayran حتى خور العديد، كما يحدها من ناحية الغرب خط يبدأ كذلك من أم جولوq باتجاه الجنوب الغربي فيمر بالخرارة ثم يتجه نحو الجنوب إلى السدري As Sidri حيث ينحرف عندها نحو الجنوب الغربي قاصداً حزم العراد، ومنه إلى أم عتر Umm Anz وأوقاب الطير فالقرائن Al Qara'in.

تبلغ مساحة الوحدة الأولى (٤٥٦, ٨) كم^٢، [على أساس مساحة شبه المنحرف]، ومساحة الوحدة الثانية (٣٧٢, ٧) كم^٢ [على أساس مساحة مثلث رأسه عند أم جولوq وقاعدته يمثلها خط يمتد من القرائن حتى نقطة التقائه بالعمود



الواصل من أم الحيران إلى خور العديد]. تبدو طبوغرافية الوحدة الأولى لأول وهلة مستوية، ولكنها ليست كذلك إذا ما عرفنا أن ارتفاعاتها تحوم حول متر واحد في الجنوب الشرقي حيث تنتشر السبخات، وحوالي (٣٩) م في الغرب قبالة خط أنابيب المياه وعلى بُعد (٧) كم جنوب شرق أبو نخلة، وينم هذا عن وجود فروقات واضحة تصل إلى حوالي (٣٨) م، فالأرض إذن متموجة ومستدرجة في الانحدار باتجاه الشرق وعلى طول محورية حيث تقل عن ربع درجة، إلا لبعض السطوح التي تزيد فيها الانحدارات على نصف درجة كالمنطقة الواقعة بين معمل الصرف الصحي ومسيمير Musaymir.

وتوجد تلة صغيرة تقع غرب غرب جنوب مسيمير بمسافة (٥, ٢) كم، ترتفع قمته إلى حوالي (٢٥) م، وتحيطها ارتفاعات عند القاعدة تتراوح بين (١٦ - ٢٠) م، ويلاحظ أن خطوط الارتفاعات لا تتركز على الجانب الشرقي فحسب، بل تقتارب أيضا، مما أدى إلى عدم التكافؤ في الانحدار على جانبي التلة، حيث تزداد الانحدارات نسبيا على طول القطاع الشرقي فتبلغ (٨, ٠) درجة، بينما ينفرج القطاع على الجانب الغربي عن سهل يمتد مستويا حتى خارج حدود التلة، بانحدارات لا تتعدى (٥, ٠) درجة، بل يتناقص هذا الانحدار ليصل إلى (٣, ٠) درجة فقط مع استواء السطح باتجاه الجنوب الغربي.

وهناك العديد من التلال تقع إلى الجنوب من الوكير، تمثلها تلال ثلاث، الأولى تقع على بُعد (٣, ٥) كم جنوب الوكير مباشرة وهي «تلة معيذر Mu'aydir» [غير معيذر الدوم الواقعة جنوب الريان والتي تمثل حوضا مغلقا]، ترتفع قمته (٢٥) م، وتحيطها خطوط ارتفاعات شبه دائرية مسافات البنية متساوية ومتقاربة إلا في الشرق والشمال الشرقي حتى خط ارتفاع (١٠) م، فأصفت عليها شكلا شبه مخروطي، الأمر الذي لم يؤد إلى انحدارات مستمرة ومتساوية على الجانبين، فهي على الجانب الغربي (٨, ١)، وعلى الجانب الشرقي (١, ١)، ورغم هذا فإن جوانب التل اتخذت شكل انحدار مقعر، أي أن الانحدار في هذا المثال بدأ خفيفا عند قاعدة التل، واشتد صعودا نحو القمة حتى أضحي حادا نسبيا عند نقطة المنسوب (٢٥) م.

أما الثانية فيقطع الجزء الشرقي منها طريق الوكرة - مسعيد قبالة أم الحول، وهي تلة مسطحة، تضم ثلاث قمم منفصلات، ارتفاعاتها (١٣، ١٤، ١٣) م، يميزها عن السطوح المستوية المجاورة خط ارتفاع (٤) م، وبهذا تبلغ الارتفاعات المحلية لها (٩، ١٠، ٩) م، ويلاحظ أن خطوط ارتفاعاتها مقطعة بشكل أكثر وضوحاً من التلة الأولى، وتنتهي في الغرب إلى منطقة ذات سباح، تنحدر إليها بمعدل (٥، ٠) درجة. وتقع التلة الثالثة على بعد (١,٧٥) كم إلى الشرق من نقطة التقاء طريق الوكرة أم جولق، وهي تلة بسيطة مسطحة يحيطها خط ارتفاع (٢٠) م، يحصر داخله قمماً متفرقات، يبلغ أكثرها ارتفاعاً (٢٥) م، وتقع في الشمال الشرقي، وأقلها (٢١) م وتقع في وسط الغرب، وتنحدر التلة على جانبيها انحداراً محدباً لتباعد خطوط الارتفاعات، أما انحداراتها نحو الجنوب الغربي وعلى طول خط مستقيم فتبلغ (٥، ٠) درجة، ونحو الغرب (٤، ٠) درجة، وهي مؤشرات تؤكد على عدم وجود فروقات قد تؤدي إلى تباين واضح في هيئة الأرض، ولكنها رغم ذلك تعطي فكرة بسيطة عن بعض خصائص السطح.

لا يخلو السطح في هذه الوحدة من الأحواض المغلقة ذات الأشكال المستديرة والمستطيلة، وذات الأبعاد والأحجام المتباينة، والارتفاعات المتفاوتة، فنلاحظ -مثلاً- أن حوضاً مغلقاً بخط ارتفاع (١٠) م، يضم داخله حوضين آخرين، يتمحور باتجاه الشمال الغربي من «أبو هامور»، فيبلغ أقصى امتداد له (١، ٥) كم، وأقصى عرض لا يزيد على (٢) كم وتبلغ فروق الارتفاعات ما بين (١-٣) م، ويتضح من الخريطة الطبوغرافية (رقم ١-٣، ١-٨) أن الأحواض بهذه المواصفات تتركز في الجزء الشمالي من الوحدة الأولى، بينما لم أشاهد إلا حوضين مغلقين فقط إلى الجنوب من معيذر الوكير، أحدهما فسيح متسع تبلغ أبعاده في حديدها الأقصى (٢,٧٥) كم شرق - غرب، (١,٨٥) كم شمالي شرقي - جنوبي غربي، ويرتفع قاعه (١١) م، وبهذا ينخفض عما جاوره ما بين (٤-٦) م في الشرق، (٢) م بالنسبة للجهات الأخرى، والآخر صغير، تختفي معالمه وسط ما يحيطه من مظاهر سطحية متشابهة، كما أننا لم نلاحظ أي أثر لخطوط تصريف المياه إلا لواحد فقط، يقع إلى الشمال من الوكرة، وينطلق من خط ارتفاع (٨) م باتجاه الجنوب فالجنوب الشرقي وسط منطقة سهلية مسطحة إلى أن يختفي على بعد (١,٨٥) كم.



وما يميز الجزء الجنوبي من هذه الوحدة انتشار سطوح ذات سباخ إلى الغرب من طريق «الوكرة - مسعيد»، وهي امتداد لنطاق السبخات التابع لمنطقة الساحل القطري جنوب أم الحول، وترتفع ما بين (١-٢)م، وقد تتخللها بعض الروابي الصغيرة التي لا تزيد ارتفاعاتها على (٥)م، أو تفصلها بعض السطوح التي تغطيها مفتتات دقيقة الحبيبات في أغلب الأحيان، مع وجود عدد من الروابي بارتفاعات تتراوح ما بين (٩-١٢)م، وبعض الأحواض المغلقة الصغيرة بمناسبة داخلية قد تتفق مع مناسيب سطوح السبخات، هذه السبخات يحدها من الجانب الغربي شريط من السطوح الصخرية، يبدأ من الشمال بمنسوب (٣)م، وبفارق ما بين (١-٢)م، ويتميز بالاتساع والتدرج في الارتفاع كلما تقدمنا نحو الجنوب حتى نقطة منسوب (٩)م، ثم تتضح معالم السطح، وترتفع نقط مناسيبه إلى حوالي (١٣)م، بفارق يتراوح ما بين (١١-١٢)م عن السبخات، وبهذا يبلغ انحداره نحو السبخات (٥، ٠)، وقد يصل الانحدار إلى أكثر من (٧، ٠)، وذلك في حالة تزايد الارتفاعات واقتربها من هوامش السبخات.

أما الوحدة الثانية فتبدأ من رأس المثلث في أم جولق والخبيب بسطح متسع ومستو تحوم ارتفاعاته حول (٤٩-٣٥)م، تتخلله أحواض مغلقة متدرجة الانخفاض عما يحيطها، تبلغ ارتفاعاتها ما بين (٢٨، ٢١)م على التوالي، ينهض السطح تدريجياً بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الغربي، ولكن مازالت سمة البساطة تسيطر على هيئة الأرض حتى خط عرض مزرعة «الغشام - السدرية»، وخاصة الجزء الغربي من محور «الخرارة-السدرية-الديحة» Ad Dayhah، وما يشير الانتباه على طول هذا المحور، ويتفق مع امتداده الجنوبي، ويوازي طريق «الخرارة - مزرعة ترينا» Turayna، حزام من الأحواض المغلقة ذات التربات الزراعية، تتفاوت في مناسيبها وأشكالها وأحجامها، إذ تتعد في مجملها عن الشكل الدائري، وتغطي رقعا مساحية تتراوح ما بين (٠، ١ - ٠، ٥) كم^٢، وهي في الشمال من مزرعة ترينا أكثر ارتفاعا منها في الجنوب، إذ تبلغ في الأولى ما بين (٣٨-٥٣)م، وفي الثانية بين (٢٥-٤٣)م، ويعني هذا أن السطح ينحدر انحدارا تدريجيا نحو الجنوب والجنوب الشرقي بمعدل (١/ ٢٥٠)، وقد يصل إلى أقل من ذلك بكثير.

(د) منطقة الكثبان الرملية: The Sand Dunes Sub-Area

يتفق الحد الشمالي لمنطقة الكثبان الرملية (خريطة رقم ١-٩) مع خط عرض أم عويّنة، أما الحد الغربي فيمثله خط يمتد من أم عويّنة باتجاه الجنوب فيمر بسلمية أبو قطبتين عبر وادي جلال إلى أم جولق حيث لا يراوح من هذا الموقع الحدود الشرقية لمنطقة السطوح الصخرية المستوية، بينما تختلط علينا معالم الحد الشرق نظرا لتداخل نطاقات الكثبان الرملية مع رواسب السبخات، ورغم ذلك سنعتبر نطاق السبخات الحد الشرقي لهذه المنطقة، وتشغل منطقة الكثبان في حدود (١, ٦٪) من مساحة قطر، بغض النظر عن مناطق انتشار بعض الكثبان ضمن نقيان قطر التابعة للمنطقة الساحلية.

تبدأ طبوغرافية المنطقة من الشمال (خط عرض أم عويّنة) باتجاه الجنوب حتى خط عرض (٥٠ ٢٥) (شكل رقم ١-٣) شمالا بسطح سهلي متسع يبنى بذلك تباعد خطوط الارتفاعات المتساوية التي قد تخلو منها كثير من المساحات، ونحل محلها نقط من المناسيب تتدرج انخفاضا باتجاه الشرق حيث تتراوح قيمها ما بين (٢٧-٤٧)م على التوالي، وتتفق انحدارات السطح مع هذه القيم فلا تتجاوز (١/ ٥٩٠)، وتعتلي السطح هنا وخاصة الجزء الشرقي منه بعض الكثبان الرملية الهلالية، بارتفاعاتها التي تحوم حول (٤٣-٥٧)م، وبهذا يبلغ التضرس المحلي (الفرق بين أعلى نقطة وأدناها) في نطاق انتشار هذه الكثبان حوالي (٣٠)م.

والى الجنوب من خط عرض (٥٠ ٢٥) شمالا حتى خط عرض (٥٠ ٢٥) شمالا ينخفض السطح بشكل عام، ويزداد اتساعا وخاصة عند هوامش الحدود الغربية، بحيث لا تزيد فروق الارتفاعات بين قيم الحد الأعلى عن (٢) م، وفي هذا القطاع تبلغ الارتفاعات أقصاها على الجانب الغربي (٤٥)م، تتناقص بالاتجاه شرقا حتى تصل عند الخواتيم إلى حوالي (٩)م، وهذا يعني أن انحدار السطح يُقَيَّم بحوالي (١/ ٥٢٧)، أي أنه أكثر انحدارا من القطاع السابق، إضافة إلى ما يتميز به هذا القطاع من تزايد أعداد الكثبان الرملية الهلالية، بحيث ينفرد الجزء الغربي والأوسط منه بالأحجام الكبيرة التي يكاد بعضها يلتحم مع بعض، وترتفع ما بين (٣٨-٦٨)م، بينما تتركز ذات الأحجام الصغيرة والجنينية في الجانب الشرقي، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (٢٠-٣٠)م، وقد يرتفع بعضها إلى (٣٦) م.

ويلاحظ أن هذا القطاع لا يخلو من الأحواض المغلقة ذات الأبعاد المتباينة، فأكثرها ارتفاعا يوجد في الغرب، حيث ينخفض قاعه عن محيطه الخارجي الذي يرتفع (٤٠) م في حدود (٢) م، وهو عبارة عن حوض طولي يتركز على محور شمالي - جنوبي، بطول يبلغ (٢,٩) كم، ويبدأ الحوض ضيقا في جزئه الشمالي فلا يتجاوز عرضه (٠,٤) كم، ثم يتسع في الوسط ليصل إلى (٠,٩٥) كم، وهو في الجنوب أكثر اتساعا منه في الشمال حيث يبلغ (٠,٦) كم، ويغطي رقعة تبلغ حوالي (١,٥) كم^٢.

وهناك حوض آخر أقل ارتفاعا ولكنه أكثر امتدادا واتساعا، يقع في الوسط على يمين المتجه من الوكير إلى الخراة، وقبل (٩) كم من أم جولو، ويشكل خط ارتفاع (٢٠) م إطاره الخارجي، ويتمحور بين الشمال الغربي والجنوب الشرقي بطول أقصاه (٤,٥) كم، وعرض يتراوح ما بين (٢,٠ - ٢,٢) كم، ويشغل مساحة مقدارها (٣,٥) كم^٢، ويضم داخله صورا طبوغرافية متناقضة، فالسطح ينخفض بصفة عامة في حدود متر واحد عن القيمة المعيارية (الإطار الخارجي)، ومع ذلك تكتنفه بعض الأحواض الصغيرة التي ترتفع قيعانها إلى (١٧) م، وراية تعلوها قمة تبلغ (٢٣) م، وكثيب رملي يبلغ ارتفاعه المحلي (١٦) م، وفيما عدا ذلك فإن الأحواض المغلقة تبدو صغيرة، يميزها الشكل الدائري في كثير من الأحيان، وتتراوح مساحتها ما بين (٠,٦ - ٠,٥) كم^٢.

ومن خط عرض (٢٥) شمالا باتجاه الجنوب حتى خط عرض (٢٤° ٥٤' ٥") شمالا، يغلب على السطح رتافته المملة، وإن كانت هي الصفة المميزة له، فلا يخلو من التقطع، وانتشار العديد من الروابي ذات الارتفاعات المختلفة، إذ تعلو هذه الروابي عند الهوامش الغربية قمم تتراوح قيمها ما بين (٣٩ - ٤٤) م، تتناقص كلما تقدمنا نحو الشرق تناقصا ملحوظا، فتبلغ في الوسط بين (٢٥ - ٣٥) م، وفي الشرق عند حدود السبخات ما بين (٤ - ١٩) م، وعلى هذا الأساس ينحدر السطح بمقدار (٣٤٧/١)، وما يلفت الانتباه خاصة إلى الجنوب من موقع الزرقاء تجمع ما يقرب من (١٢) راية ضمن مساحة تبلغ في حدود (٤,٥) كم^٢، تتراوح ارتفاعاتها ما بين (١٥ - ٢٤) م، وهي إحدى مؤشرات تقطع السطح.

تعتلي السطح - إضافة إلى ذلك - أنماط من الكثبان الرملية الهلالية، يبدو أنها متفاوتة توزيعاً وحجماً وارتفاعاً، إذ تنتشر ذات الأحجام الكبيرة التي تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٣٦-٧٥)م في الغرب والوسط، تتخللها بعض الكثبان الجنيينية التي ترتفع ما بين (٣٢-٥١)م، وبعض الأكمات التي قد ترتفع إلى (٢٢)م، بينما تسيطر ذات الأحجام المتوسطة على المظهر الطبوغرافي المحاذي لنطاق السبخات في الشرق، بارتفاعاتها التي تحوم حول (٢١-٤٥)م، ويلاحظ أن بعض الكثبان في الموقع الأخير ثلاثية القمم، تتوسطها أعلى قمة ترتفع (٤٦)م، بينما تبلغ ارتفاعات القمتين الأخرتين (٣٣، ٣٦)م، وهي حالة لاجرم أنها تبدو غريبة، ولكنها بحكم وجود بعض العوائق، المتمثلة في عدم استواء السطح، وركوب بعض الكثبان على سطح السبخة، تصبح مقبولة إلى حد كبير، لأن هذا الوضع يسمح بالتحام الكثبان عرضياً أو طولياً (خريطة رقم ١-٩).

وفي أقصى جنوب منطقة الكثبان الرملية (خريطة رقم ١-٨)، أي إلى الجنوب من خط عرض (٥٤° ٢٤') شمالاً، وبالتحديد النطاق المحصور بين مزرعة الغشام - القصيرة في الغرب، والطريق الواصل إلى الشقراء وامستاده الفرضي نحو الجنوب حتى خور العديد في الشرق، يزداد السطح تقطعا، والحماة الحصوية انتشاراً، الأمر الذي يؤدي إلى غلبة التموج على استواء السطح، وتحافظ الارتفاعات على مستوياتها التي لا تزيد على (٤٥)م في حدها الأعلى على جانب الطريق إلى مزرعة الغشام، ولاتقل عن (٧)م في حدها الأدنى على جانب الطريق إلى الشقراء، وبهذا يبلغ الانحدار بين الغشام والشقراء حوالي (٣٣٦/١)، وإلى الجنوب من هذين الموقعين ينخفض السطح وتتناقص الارتفاعات، حيث تتراوح بين (٢٥-٤٠)م في الغرب، وبين (١٥-٣٧)م في الوسط، ولكنها تتدنى على طول حدود السبخات في الشرق والجنوب إلى ما دون سطح البحر بحوالي (٣-)م، رغم وجود بعض الروابي والتلال التي تحوم ارتفاعاتها حول (١١-١٤)م.

وما يلفت النظر أن الكثبان الرملية تبدأ في فقدان أشكالها الهلالية، إلا القليل منها، ومع ذلك تبلغ ارتفاعاتها ما بين (٢١-٧٧)م، وأن السطح تكتنفه العديد من الأحواض المغلقة التي تتراوح ارتفاعات قيعانها ما بين (١٩-٣٤)م،

ولكن ما يشير الاهتمام وجود حوضين مغلقين، أحدهما يقع على بعد (٢) كم إلى الشمال الشرقي من مزرعة الغشام ويعرف بحوض فليح Fulayyih، والآخر يقع على بعد (٤) كم إلى الجنوب الشرقي من مزرعة الغشام ويطلق عليه حوض فليحه Fulayhah، ويتفق الحوضان في الشكل الدائري، وفي الحزام الخارجي الذي يتشكل من الحواف الصخرية رغم أنه غير متصل.

فحوض فليح أصغر من حوض فليحه، تحيطه الحواف الصخرية من الشمال والشمال الغربي، وتتفق مع خطوط الارتفاعات المتساوية التي تتراوح ما بين (٢٦-٣٢) م، ويرتفع قاع الحوض إلى حوالي (١٨) م، ويلاحظ أن الانحدار من حدود الحوض الخارجية تتناقص كلما اقتربنا من مركزه، وهو أشد ما يكون على الجانب الشمالي الغربي، حيث يبلغ (٨, ١) في القطاعات العليا، بينما لا يزيد على (٥, ٠) في القطاعات الوسطى والدنيا، وتنصرف مياه الأمطار إلى الحوض عبر مسيلين، يتجه الأول نحو الجنوب الشرقي من ارتفاع (٣٨) م، مخترقا الحافة الصخرية بطول يبلغ (٩, ٠) كم، ويصرف الثاني مياه المنطقة من ارتفاع (٣٨) م كذلك، ويدخل الحوض من الشمال الشرقي عبر فتحة ضيقة في الحواف الصخرية، بطول يبلغ (١, ١) كم، وينساب هينا فوق أرضية الحوض بمعدل انحدار يبلغ في حدود الدرجة.

أما حوض فليحه فيقع وسط منطقة تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٢٣-٢٩) م، تغلفه سلسلة دائرية من الحواف الصخرية غير مكتملة الاتصال على الجانبين الشرقي والغربي، تتفق وخطوط الارتفاعات التي تتراوح ما بين (٢٠-٢٨) م، بينما يبلغ أدنى ارتفاع للحوض ما بين (٧-٩) م، ويمتد أمام صباب الكثيب الرملي الهلالي الذي يعتلي أرضية الحوض، ويرتفع إلى حوالي (٣٩) م، ويلاحظ أن السطح ينحدر انحدارا لطيفا من جميع الجهات باتجاه الحوض، حيث يتراوح ما بين (١, ٢-١) درجة، باستثناء الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية التي تبلغ انحداراتهما في حدود (٤, ١) درجة، ويخترق الحافة الصخرية الشمالية خط لتصريف مياه الأمطار إلى الحوض بطول يبلغ كيلو متر واحد، ومعدل انحدار لا يتجاوز (٧, ٠) درجة.



الفصل الثاني

جيولوجية شبه جزيرة قطر

- أولاً: التكوينات الجيولوجية السطحية.
- ثانياً: التتابع الطباقى للتكوينات وخصائصه.
- ثالثاً: البنية الجيولوجية.
- رابعاً: التطور الجيولوجي.

أولاً: التكوينات الجيولوجية السطحية، Surficial Geological Formations

ليس للصخور النارية انتشار سطحي أو حتى مجرد وجود بين تكوينات شبه جزيرة قطر، اللهم إلا ما تم العثور عليه ضمن تكوينات الهفوف المنقولة من الدرع العربي، وينسحب هذا على طول الساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب، ابتداء من الكويت شمالاً حتى أبو ظبي جنوباً، إلا أن القاعدة الصخرية التي تتركز عليها الرواسب الحديثة في شبه جزيرة قطر والجزر التابعة لها (تظهر الصخور النارية في بعض الجزر - راجع الباب الثاني) تتكون في الأصل من الصخور النارية، وهي التي ساهمت بصورة واضحة في إبراز الواقع المادي لقطر والجناح الغربي لحوض الخليج العربي، وخاصة منطقة (الرفرف العربي)، وعلى الرغم من صلابة هذه الصخور، وقدرتها على مقاومة عمليات النحت، إلا أن الكثير منها يسهل تفككه بواسطة عمليات كيميائية Weathering ظهرت آثارها في بعض تكوينات هرمز التي تعود إلى الزمن الجيولوجي الأول، وتمثل في جزيرتي حالول وشراعوه.

وفيما يلي دراسة لأهم التكوينات الجيولوجية والرواسب السطحية وتوزيعها:

(أ) تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث: Tertiary Formations

تتألف تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث من أنواع متفاوتة يمكن تقسيمها إلى التالي:

١- الحجر الجيري والدولومايت التابع لتكوين الرس (الإيوسين الأدنى):

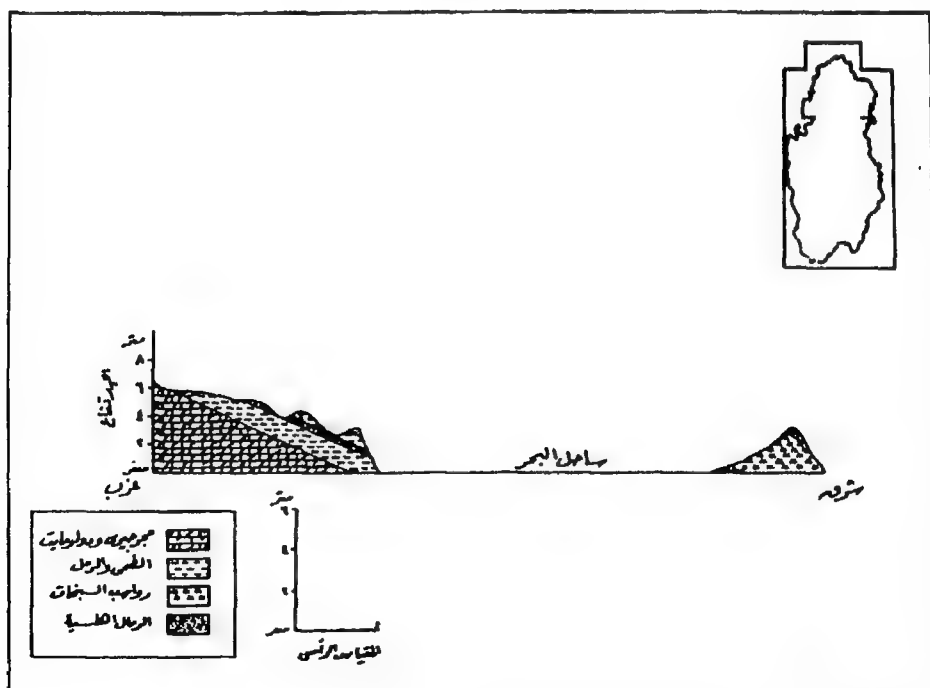
Limestone and Dolomite of Rus Formation

يبدو واضحاً من (الخريطة رقم ٢-١) أن تكوينات الرس (تنسب هذه التكوينات إلى منطقة أم الرؤوس Umm al-Ru'us الواقعة جنوب شرق قبة الدمام) التي تعود إلى الإيوسين الأدنى وهو من عصور الزمن الثالث، تنتشر على رقعة يمكن تتبعها من شمال شبه جزيرة قطر، إذ يبلغ أقصى امتداد لها حتى خط عرض (٢٥° ٥٢') شمالاً، خاصة إلى الشمال قليلاً من قرية الكعبان، وإلى الشرق من الطريق الرئيسي «الدوحة - الشمال»، وتغطي هذه التكوينات منطقة حوضية بالقرب من الداودية وتغلف رواسب الروضات الطينية Mud والصلتية Silt (شكل رقم ٢-٢).



يمكن التعرف كذلك على بعض البقع الجيرية والدولومايتية فيما بين سمسمه Simsima والوعب Al-wa'ab شمال شرق قطر، كما تشكل حزاما يكتنف مدينة الذخيرة، وتشرف تكوينات الإيوسين الأسفل على خليج الخور Al-Khor من جانبه الشمالي (شكل رقم ٢-٣)، أضف إلى ذلك، فلإن تكوينات الحجر الجيري والدولومايت تشكل الغالبية العظمى من القطاع الأوسط لقبة قطر الرئيسية، إذ يمتد هذا القطاع من الشفلحية Ash Shafllahia شمالا (خط عرض ٢٥°٤٠ ش) حتى خط عرض الشيحانية Ash-Sheehania جنوبا بطول يبلغ (٣٤) كم، وعرض يبلغ أقصاه (٢٢) كم، ويتميز بضيقه في الشمال واتساعه في الوسط والجنوب، ويضم آبار الرشيدية والذبيية وأبوئيلة والعطورية وأبو حصية والخريب والمزروعة والشيخانية وأم القهاب، وتعتبر أكبر منطقة تنتشر فيها تكوينات الرس (شكل رقم ٢-٤).

تكمن أهمية هذه التكوينات في كونها مسؤولة عن تجمع المياه في خزانات جوفية، بعثت الحياة في تلك المنطقة خاصة وفي شبه جزيرة قطر بصفة عامة،



شكل رقم (٢-٣)

قطاع آفزار سي جيولوجي لمنطقة الخور

ويتراوح سمك هذه التكوينات ما بين (٢٠-١١٠) م (Cavilier., 1970 p.12)، إلا أنه يتفاوت ما بين (٤٢-٤٤) مترا في شمال قطر ويعزى ذلك إلى تأثير سمك الطبقات بقبة سمسمه، وبين (٢٨) مترا في منطقة العطورية التي تمثل موقعا تحديدا حادا Sharp Anticline Position في القوس القطري Qatari Arch، وتزداد التكوينات سمكا إلى الغرب من مدينة الدوحة، إذ تصل إلى (٨٠) مترا حيث تشاهد مختلطة بطبقات من الجبس، فضلا عن ذلك، فإن سمكها في منطقة بعيدة عن الشاطئ (عرض البحر) Off-Shore والمتمثلة في «العد الشرقي» Idd-el Sharqi يزداد ليلغ أكثر من (١١٢) مترا (المركز الفني للتنمية الصناعية، خريطة قطر الجيولوجية، ١٩٨٠، ص٦)، ويرجع ذلك إلى أن منطقة العد الشرقي استمرت تستقبل رواسب الإيوسين الأسفل حتى وقت متأخر، الأمر الذي ساعد على زيادة سمكها، أضف إلى ذلك عدم تعرضها لفعل عوامل التعرية بسبب موقعها الكائن تحت مستوى سطح البحر، وبالمقابل فإن تكوينات الرس على الياص القطري قد تعرضت حال انحسار مياه البحر عنها لفعل عوامل التعرية مما أثر على سمك طبقاتها.

وإذا ما تتبعنا تكوينات الحجر الجيري والدولومايت على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، فإنه يمكن تمييز منطقتين رئيسيتين، تمتد المنطقة الأولى: من روضة جراح في الشمال حتى الفحيحيل في الجنوب وعلى طول محورها، يفصلها عن الشاطئ شريط ضيق من تكوينات الرمال الكلسية التي أرسبت في مياه بحرية ضحلة إبان الزمن الرابع. ويبدو أن تكوينات الرس التي تشكل جزءا من حلبة دخان (شكل رقم ٢-٤)، تضيق في الشمال وتتسع في الجنوب وخاصة حول مدينة دخان، ولهذه التكوينات علاقة وثيقة بمصائد البترول ومكامنه الرئيسية فهي التي ساعدت على نهضة قطر الحديثة، وساهمت بشكل واضح في التطور الذي شمل مختلف المجالات الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية والتعليمية.

وتمتد المنطقة الثانية: إلى الجنوب من خط عرض الفحيحيل على شكل لسان يبدأ ضيقا ثم يأخذ في الاتساع باتجاه الجنوب الشرقي خاصة عند الأصبغ، تغلفه تكوينات من شرائح الطين، والحجر الجيري والدولومايت المنتمة للدمام الأعلى،

وأشرطة من الرمال المسفية العائدة للرباعي، والتي تستمر على هذا النحو حتى القليعات. وفي أقصى الجنوب تشاهد تكوينات الرس في عقلة المناصير وحزم سودانيل وجوي السلامة (راجع شكل رقم ١-٢)، حيث تختلط بزوايب الرمال والسبخات وبعض تكوينات الدمام الأسفل وطبقات من الجبس.

٢- الطين الصفحي والحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام:

Shales, Limestone and Dolomite of Dammam Formation

تنقسم تكوينات الدمام إلى قسمين متميزين هما:

(١) الطين الصفحي والحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام الأسفل:

Shales, Limestone and Dolomite of Lower Dammam

وتشتمل على الأنواع الثانوية الآتية:

١- حجر جير الألفيولينا - منطقة دخان Dokhan Alveolina Limestone

٢- طين ميدرا الصفحي Midra Shales

٣- حجر جير الفيلاطس - منطقة الفحيحيل Fhaihil Velates Limestone

(ب) الحجر الجيري والدولومايت لتكوين الدمام الأعلى:

Limestone and Dolomite of Upper Dammam

وتتضمن هذه التكوينات النوعين التاليين:

١- الحجر الجيري والدولومايت (عضو سمسمة) Simsima Member

٢- الحجر الجيري الدولومايتي المحتوي على الطين الجيري Marl (عضو أبروق) Abaruq Member.

لقد تم تقسيم تكوينات الدمام التي ترسبت أثناء عصر الإيوسين الأسفل والأوسط على التوالي إلى عدد من الأقسام والأنواع بناء على أسس ليثولوجية Lithology (نوعية الصخور) وباليونتولوجية (أنواع الحفريات) Palaeontology ويلاحظ أن تكوينات «الدما الأسفل» تحتوي على شرائح من الطين الصفحي الذي يوحى وجودها إلى أن عمليات الإرساب التي أدت إلى تكوينها لم تكن عمليات مستمرة، بل كانت تتخللها فترات تتوقف أثناءها عمليات الإرساب البحري (لهذه الرواسب أهمية اقتصادية؛ لاحتوائها على مادة الفوسفات التي تفيد المحاصيل

الزراعية)، بالإضافة إلى تكوينات من الحجر الجيري والدولومايت، في حين يخلو «القسم الثاني» من الطين الصفحي ليشتمل على تكوينات من الطين الجيري Marl، وهذا من شأنه أن يعكس خصائص معينة لكل نوع من التكوينات اتضحت طبيعتها في مدى تأثيرها بعوامل التعرية من جهة، وفي مدى تفسيرها للظواهر الجيومورفولوجية من جهة ثانية، ليس هذا فحسب، بل إن هناك اختلافا واضحا بين أنواع القسم الواحد، فبالرغم من التشابه بين حجر جير فحيحيل وحجر جير دخان، إلا أن الأول يتميز باحتوائه على بقايا حيوانات بحرية تتمثل في الفيلاتس، بينما يشتمل الثاني على الألفيولينا.

وخلال تحليل خريطة قطر الجيولوجية (رقم ٢-١)، تبين أنه ليس ثمة وجود لتكوينات الدمام الأسفل التي تغلب عليها رواسب الطين الصفحي في الجزء الشمالي لشبه جزيرة قطر، وبصفة خاصة إلى الشمال من خط عرض أبوثيلة، وأنها تتركز في المنطقة الواقعة إلى الشمال الغربي من مدينة الدوحة، حيث تمتد على شكل شريط يغلف تكوينات الرس من جانبها الشرقي والجنوبي، وتبرز كذلك بالقرب من أم صلال إلى الغرب من طريق «الدوحة - الشمال»، بالإضافة إلى أنها تغطي رقعا صغيرة في كل من الخيسة والخريطيات والحسينية، وتظهر علاوة على ما سبق في أم طاقة Umm Taqa.

وعلى طول الساحل الغربي تبدأ تكوينات الدمام في الظهور من رأس الغارية شمالا حيث تحاذي الجانب الشرقي لتكوينات الرس، لتستمر بشكل متقطع، ثم تأخذ في الوضوح عند «القلعة» Al-Qulai'ah، وترتفع على شكل أكمام جيرية Hillocks إلى الشرق من الكرعانة وأم باب والجبيجب Al-jubaigib وتمثلها أحجار الفحيحيل الجيرية المختلطة ببقايا حيوانات بحرية من الفيلاتس أصدق تمثيل، وتتميز تكويناتها باللون الأبيض البلوري، كما أنها على درجة عالية من الصلابة، مما ساعد على مقاومتها لفعل عوامل التعرية. ومن وجهة النظر الجيولوجية، فإن تكوينات الفحيحيل الجيرية تماثل نظيرتها تكوينات سمسمه الجيرية، حيث يتسم كلاهما بشفافية صحوره، وكثرة شظاياها، واحتوائهما على الفيلاتس.

وفي جنوب قطر، توجد تكوينات الدمام الأسفل متناثرة وخاصة إلى الغرب من خور العديد، وكالعادة فإنها تشاهد مختلطة برواسب السبخات والتكوينات

الرملية الحديثة، فضلا عن أنها تشكل في كثير من الأحيان الإطار الخارجي لتكوينات الرس، حيث يبلغ سمكها في منطقة سودانيل (١٠) أمتار. أما تكوينات الحجر الجيري والدولومايت المختلط بشرائح الطين الجيري والتابع لتكوينات الدمام الأعلى Edms فإنها تمثل أنموذجا آخر لنوع التكوينات التي تغطي سطح قطر، إذ تكاد لاتخلو منطقة في شبه الجزيرة القطرية من تكويناتها، باستثناء المناطق سالفة الذكر، وتلك التي سيرد ذكرها بعد قليل.

٣- الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدمام: (الميوسين الأدنى والأعلى)

Limestone and Clay of Dam Sub Formation

تنقسم هذه التكوينات إلى قسمين ثانويين هما:

(١) الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدمام الأسفل: Md1

Limestone and Clay of Lower Dam Formation

تشكل تكوينات الدمام (تنسب إلى جبل اللدام Jabal al-Lidam في المملكة العربية السعودية وأول من استعمل هذا الاصطلاح الجيولوجيان Steinek and Koch عام ١٩٣٥ ضمن تقرير قدماه لشركة أرامكو) التي يبلغ سمك طبقاتها (٣٠) مترا، علاوة على الحجر الجيري والصلصال والطين، من بقايا حيوانات بحرية مرجانية وفورامينيفرا، وقد تعرضت هذه التكوينات لفعل عوامل التعرية حتى أضحت تمثل رصيفا تحاتيا Erosional Platform. وتغطي هذه التكوينات التي برزت إلى الوجود في الميوسين الأسفل، الجزء الجنوبي الغربي من قطر، إذ تمثل القاعدة التي تتركز عليها التلال الصخرية في تلك المواضع. وأن وجود هذه الصخور، ضمن الثنية المقعرة لذراع خليج سلوى القديم، حافظ عليها من فعل عمليات النحت، وأبقى على تواجدها نظرا لتغطيتها برواسب أحدث عمرا، ومن الصعوبة بمكان التعرف على صخور الدمام الأسفل إلى الشمال من طريق «الدوحة - أم باب» عدا منطقتي البديعة وجبيجب، كما أنها توجد متناثرة إلى الغرب من وادي جلال وتمتد من مكينس في الشمال حتى طوير الحمير في الجنوب.

تفاوتت صخور الدمام الأسفل فيما بينها تفاوتا واضحا، إذ تؤكد التحليلات الليثولوجية، أن مكونات الصلصال والكربون تختلف نسبتها في تكوينات

الدام الأسفل، فإذا ما ارتفعت نسبة الصلصال المكون لهذه الصخور يغلب على الحجر الجيري الصلصالي في هذه الحالة اللون الأخضر أو الأحمر، وعندما تنخفض نسبة الصلصال يتميز حيثشذ بنعومة ملمسه ويلونه الأبيض (عبد الله صلات وآخرون، ص ١٢).

(ب) الحجر الجيري والصلصال لتكوين الدام الأعلى: Md2

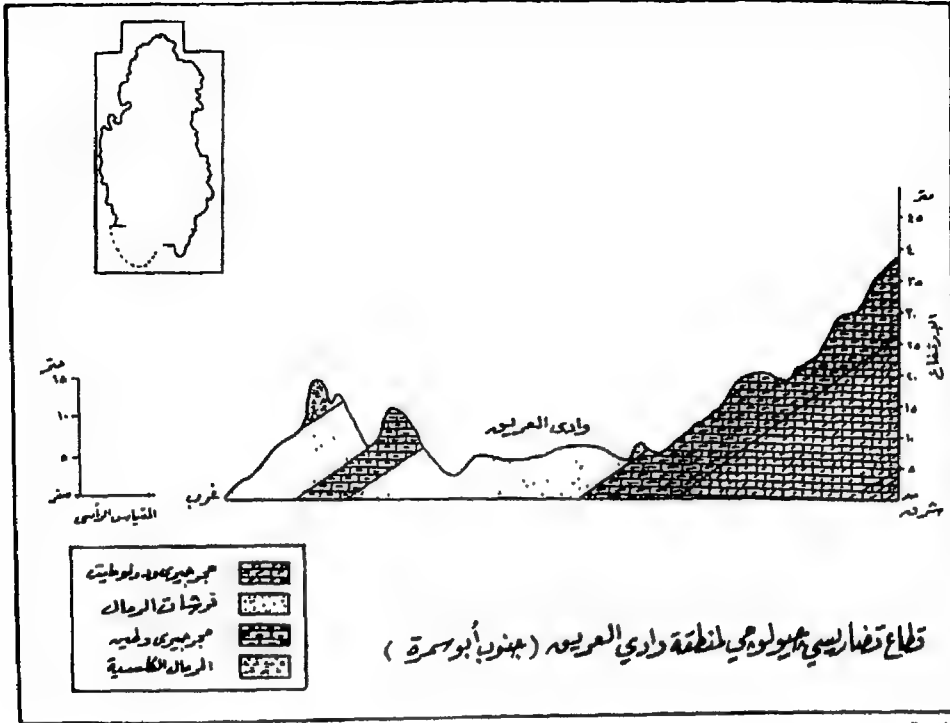
Limestone and Clay of Upper Dam Formation

ترتكز تكوينات الدام الأعلى بشكل متوافق على تكوينات الدام الأسفل، ويبلغ سمكها (٥٠) مترا وخاصة في الجنوب الغربي، وتختلط ببقايا حيوانات شاطئية Lagoonal Fauna مع وجود طبقات رقيقة من رواسب الجبس Gypsum، والحصى (الجراول) ذي الأصل القاري Gravels of Continental Origin، ويدل ذلك على مدى التغير في الظروف البيئية آنذاك، وتنتشر هذه الصخور قرب قرين أبو البول والخرارة وطوار الحريثي، ويمكن ملاحظتها في الجزء الجنوبي الغربي إلى الشرق من غار البريد ومركز أبو سمره وخاصة حزوم النخش والنفحة والمسحبية (شكل رقم ٢-٥) كما أنها تمتد من وادي الهولة في الشمال على شكل شريط ضيق، يتسع كلما تقدمنا نحو الجنوب حتى الطرف الشمالي لقرن أبو وائل Qarn Abu Wa'el في الجنوب (شكل رقم ٢-٦) إذ تكتنفها في هذا الموقع فرشات من خيوط رملية أرسبت في الزمن الرابع.

٤- الحجر الرملي والحصى والرصيص لتكوين الهفوف:

Sandstone, Pebbles and Conglomerates of Hofuf Formation

أدت حركة الرفع التي تعرضت لها المنطقة في أواخر الزمن الثالث إلى ظهور قطر كأرض يابسة، تبعثها إرسابات قارية نهريّة من الجراول الطميية Alluvi- al Gravels والرواسب الرملية والطينية Silts في البليوسين، تنم عن ظروف مناخية رطبة سادت المنطقة. وتتمثل هذه التكوينات في الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر، وذلك إلى الشرق من طريق «الدوحة - سلوى»، حيث تشاهد في حزم طوار بشكل واضح، تحيطها تكوينات الدام الأسفل، إضافة إلى منطقة طوار الخرارة وطوار الحريثي، وأنها لم تصل في انتشارها إلى أبعد من سلمية الطوار وأم حوطة.



شكل رقم (٢-٦)

وإذا ما انتقلنا إلى الساحل الغربي شمال المنطقة المذكورة، وعلى وجه التحديد شمال غرب طريق «الدوحة - أبو سمرة»، فإنه يمكن مشاهدة تكوينات الهفوف في طعس الكرعانة وحزم الوصيل Al-wusayl، كما نلاحظها تشكل قطاعاً يمتد من خط عرض القليعة حتى منطقة النخش An-Nakhsh التي تقع إلى الشمال قليلاً من طريق «الدوحة - أبو سمرة»، وفيما عدا هذه المواقع، فإن تكوينات الهفوف ليس لها وجود في أنحاء شبه جزيرة قطر، وتوحي خصائص هذه الرواسب إلى أن نظاماً نهرياً كان سائداً قبل أن يتشكل خليج سلوى، من أهمها أودية العريق والذياب والهويلة (الهولة) (شكل رقم ٢-٦)، حيث ساهمت جميعاً في نقل الرواسب من منطقة الدرع العربي إلى مناطقها الحالية في قطر وغرب أبو ظبي.

(ب) رواسب الزمن الرابع والحديث: Recent and Quaternary Deposits

خضع سطح قطر منذ بداية البلوسين لعمليات التشكيل الخارجية من جهة Exogenous Processes وتذبذب مستوى سطح البحر القديم غمرا وانحسارا من جهة أخرى Eustatism، الأمر الذي أدى إلى تشكيل غطاء سميك من الرواسب الرباعية والحديثة تتباين نوعا وخصائصا وتوزعا مكانيا. لذا كان من الأفضل تصنيفها إلى الأنواع الآتية:

١- الحجر الرملي الجيري القديم Old Lime and Sandstone

٢- الرواسب الطينية والسلتية Mud and Silt Deposits

٣- رواسب السبخات Sabkha Deposits

٤- الرواسب الرملية الكلسية الحديثة Recent Calcareous and Marine Deposits

٥- الرواسب الرملية الهوائية Aeolian Sand Deposits

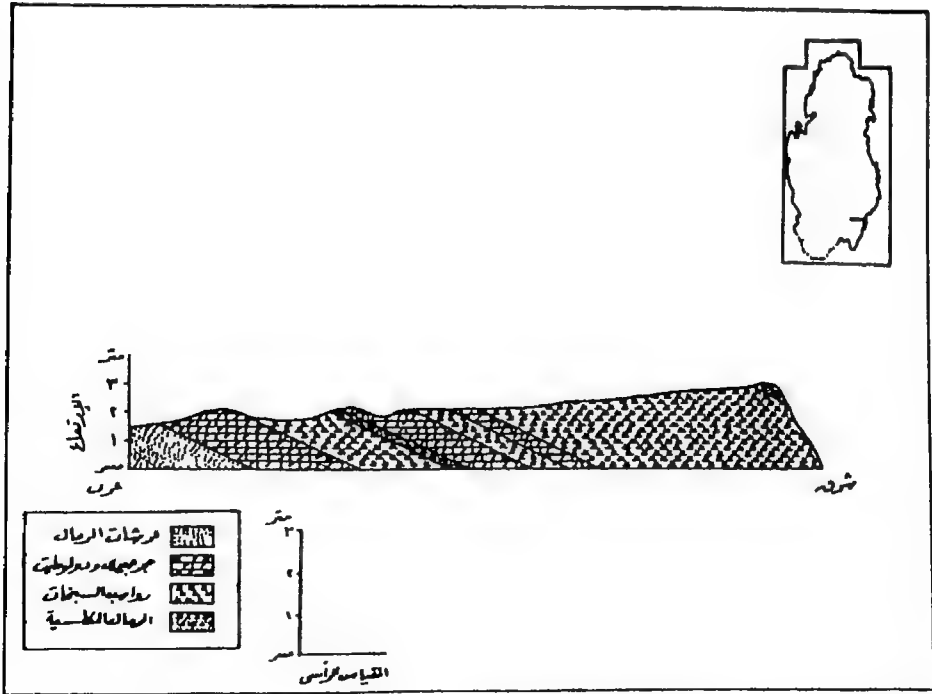
١- الحجر الرملي الجيري القديم: Q1

وهي في الأصل رواسب شاطئية لفظها البحر البلايستوسيني، فتجمعت على طول الساحل فيما بين مستوى المد والجزر، وتتركب أساسا من حبيبات جيرية مستديرة الشكل التحمت ببعضها بواسطة مواد لاحمة، تحولت على إثرها إلى كتل صخرية متماسكة ومستديرة تتباين أحجام المواد التي تدخل في تركيبها، حيث تتدرج من الرمال الخشنة Coarse إلى الجراول (الحصباء) Gravels فالحصي Pebbles كما أنها تشتمل على جلاميد صخرية Boulders يعتقد بأنها تكوينات منقولة من المناطق المجاورة بحكم أنها تكونت في بيئة شاطئية تتميز مياهها بحركة قوية.

وتمثل هذه التكوينات الإطار الخارجي القديم لخط الساحل، بحيث تتمشى مع الشواطئ البحرية القديمة، وتتمثل في جبل فويرط والجساسة ومنطقة الغارية ورأس أم حصاه، وتمتد على شكل شريط ساحلي من رأس قرطاس على الساحل الشرقي حتى الطرف الشمالي لخور الذخيرة، يفصلها عن خط الساحل رواسب من الرمال والسبخات حديثة النشأة. وإلى الجنوب من الظعائن تمتد رواسب الحجر الرملي

الجيري بشكل متقطع حتى وادي البنات (شكل رقم ٢-٤)، ويوحى وجود مثل هذه الإرسابات عند مصبات الأودية Wadi Mouths بين الخور والدوحة، على انطباع نظام نهري في مراحل مبكرة من الفترة المطيرة فوق إرسابات الحجر الجيري الأقدم.

والى الجنوب من مسيعيد على طول القطاع الجنوبي الشرقي لساحل قطر تظهر هذه الرواسب في مواقع داخلية بعيدة عن خط الساحل In-Land Deposits، تفصلهما إرسابات أحدث تغطي منطقة نقيان قطر، ويدل ذلك على أن تلك الرواسب تعود إلى أصول بحرية كان إرسابها سابقا لعملية ملء منطقة نخيان قطر بإرسابات الرمال الكلسية والسيخات والإرسابات الهوائية (شكل رقم ٢-٧)، وهذا ما يؤكد على أن خط الساحل القطري قد تطور خلال فترات العصور الجيولوجية القديمة، حيث تكون نتيجة لذلك عدد من المدرجات البحرية Marine Terraces ما زالت شاهدا على ذلك.



شكل رقم (٢-٧) قطاع تضاريسي جيولوجي لمنطقة نقيان قطر (الجنوب الشرقي)

٢- الرواسب الطينية والسلتية: Qsm

وترجع في أصلها إلى أنها تتكون من حبيبات دقيقة ذات ملمس ناعم من الطين والغرين ألقت بها السيول المائية في المناطق الحوضية المغلقة والمنخفضات، ولا يزيد سمكها في أغلب الأحيان على مترين أو ثلاثة أمتار، وقد تماسكت ذراتها بعد أن تعرضت لعمليات تجفيف أدت إلى فقدانها لكل ما تحمله من مياه. ولا تتركز المنخفضات والأحواض المغلقة التي تفتقر أرضيتها هذه الرواسب في النصف الشمالي من قطر فحسب، بل تتجمع في الوسط، فضلا عن العديد (وخاصة المغلقة منها) المتناثر منها في النصف الجنوبي، إضافة إلى ذلك فإنها تغطي مناطق حوضية إلى الشرق من الكرعانة ومنطقة القصيرة Al-Qusayyirah التي تشكل ثنية مقعرة، ومنطقة سودانثيل حيث تختلط برواسب الرمال الهوائية، ويقودنا هذا إلى اعتبارها أهم المناطق الزراعية في قطر. ومن الجدير بالذكر فإن توزع هذه الرواسب يرتبط ارتباطا وثيقا بالموقع الجغرافي للمنخفضات والأحواض المغلقة أكثر من ارتباطه بنوعية هذه المنخفضات (راجع القطاعات الجيولوجية).

٣- رواسب السبخات: Qsb

تتكون رواسب السبخات من رمال جيرية بحرية دقيقة الحبيبات، تحتوي على أنواع عديدة من الحفريات البحرية، إضافة إلى الرمال الجيرية التي سفتها الرياح من مجموعة تكوينات الحسا والهفوف، وأن الرواسب الجيرية التي تحتوي على نسبة كبيرة من الكالسيت Calcite والأراجونايت Aragonite تتحول على إثر تبخر المياه إلى صخور من الدولومايت والجبس، كما تشتمل على المتبخرات التي تتألف من الملح الصخري Halite (كلوريد الصوديوم الطبيعي)، والإنهيدرايت.

تتجمع رواسب السبخات في مناطق متفرقة، إذ تصل في امتدادها على الساحل الشرقي إلى منطقة النجيان (النقيان) الواقعة جنوب مسيعيد، كما أنها تنتشر في بعض المناطق الداخلية وخاصة إلى الشرق من حدة دخان، وهي بهذا تعتبر جزءا من مقعر زكريت وتمثلها سبخة دخان. فضلا عن ذلك فإن رواسب السبخات توجد في أقصى جنوب قطر، حيث سبخات سودانثيل وجوي السلامة والخفوس وخور العديد، وتشكل منطقة السبخات هذه قطاعا عرضيا يمتد من خور العديد في الشرق حتى خليج سلوى في الغرب، فأحالت قطر إلى جزيرة، وهي



مناطق كانت حتى العصر الجيولوجي الحديث تتعرض لغزو المياه التي تنشأ عن حركة المد العالي (سيأتي ذكرها في الفصل الثالث).

٤ - الرواسب الرملية الكلسية الحديثة: Qmcs

تتكون هذه الإرسابات من رمال منتظمة الشكل عامة، وهي في الغالب رمال دقيقة ناعمة، تحتوي على عناصر متآكلة من الأحجار الكلسية المستديرة، وبقايا حيوانات صدفية ومنخربات Foraminifera، علاوة على ذرات من الكوارتز. وترتبط ارتباطا وثيقا بالسواحل القطرية الحديثة. ويمكن القول أن هذه الرواسب تمتد على طول السواحل القطرية، فتبدأ من رأس ركن في أقصى الطرف الشمالي لشبه جزيرة قطر - على الساحل الشرقي - حتى خور العديد في أقصى الجنوب، وتغطي شريطا ساحليا ضيقا، وتختلط برواسب السبخات تارة ورواسب الحجر الجيري الرصيصي تارة أخرى، ويرتبط وجودها في منطقة سودانيل بظاهرة طغيان مياه البحر التي حالت دون اتصال قطر آنذاك بالجزيرة العربية (ربما في البلايستوسين الأوسط).

أما فيما يتعلق بالساحل الغربي، فإنها تتناوب المواقع مع رواسب السبخات، وذلك ابتداء من قاعدة خليج سلوى باتجاه الشمال حتى خليج زكريت، وتظهر على طول سواحل دوحة الحصين، ويبدو أن هذه الرواسب قد عملت على التحام شبه جزيرة أم حيش التي تقع فيما بين النقيعة ورأس أم حيش بأراضي قطر، وربما تم ذلك بعد أن انحسرت مياه البحر «البلايستوسيني - الهولوسيني» عن تلك المنطقة مخلفة وراءها رواسب الرمال الكلسية الشاطئية الحديثة والسبخات. تستمر هذه التكوينات في تغطية المناطق الساحلية باتجاه الشمال (تشكل بعض الرؤوس الصخرية البحرية كرأس العريش) حتى بالظلوف، حيث تختفي لتظهر ثانية بالقرب من الرويس.

٥ - الرواسب الرملية الهوائية: Qes

تتكون الرمال الهوائية من رواسب الجير السليكي المستديرة الشكل، كما تحتوي على ذرات من الكوارتز، ويدل وجودها على أن الرمال ذات الأصل البحري قد اختلطت بالرمال التي شكلتها الرياح بالرفرف العربي، إذ إن لها ارتباطا

مكانيا بالعوامل التكتونية التي شكلت كلا من سلسلة جبال زاجروس وعمان، وبفترات التوقف (شبه الثبات) التي كانت تفصل عمليات ارتفاع منسوب سطح البحر بمراحله المتعاقبة، فأوضحت فيما بعد من أهم الظواهر السطحية التي رسمت الصورة التضاريسية لقطر وبلدان الخليج العربي.

تغطي الرواسب الرملية الهوائية (الأشكال ٢-٥، ٢-٦، ٢-٧) ذات الأشكال الهلالية الجزء الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة قطر، بينما ينتظم بعضها على هيئة نطاقات طولية الشكل تمتد في اتجاه عام من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وذلك استجابة لاتجاه الرياح السائدة التي تهب على البلاد من الشمال الغربي، فيما تسود الجنوب الغربي من قطر فرشات رملية تمتد من منطقة العريق حتى روضة الفرس، وتبدو على شكل عروق وخيوط طولية تعكس أثر العوامل المختلفة التي ساهمت في تشكيلها (راجع شكل ٢-١)، وربما كان أحدها نظاما نهريا قديما (سيوضح ذلك عند دراستنا لأشكال السطح).

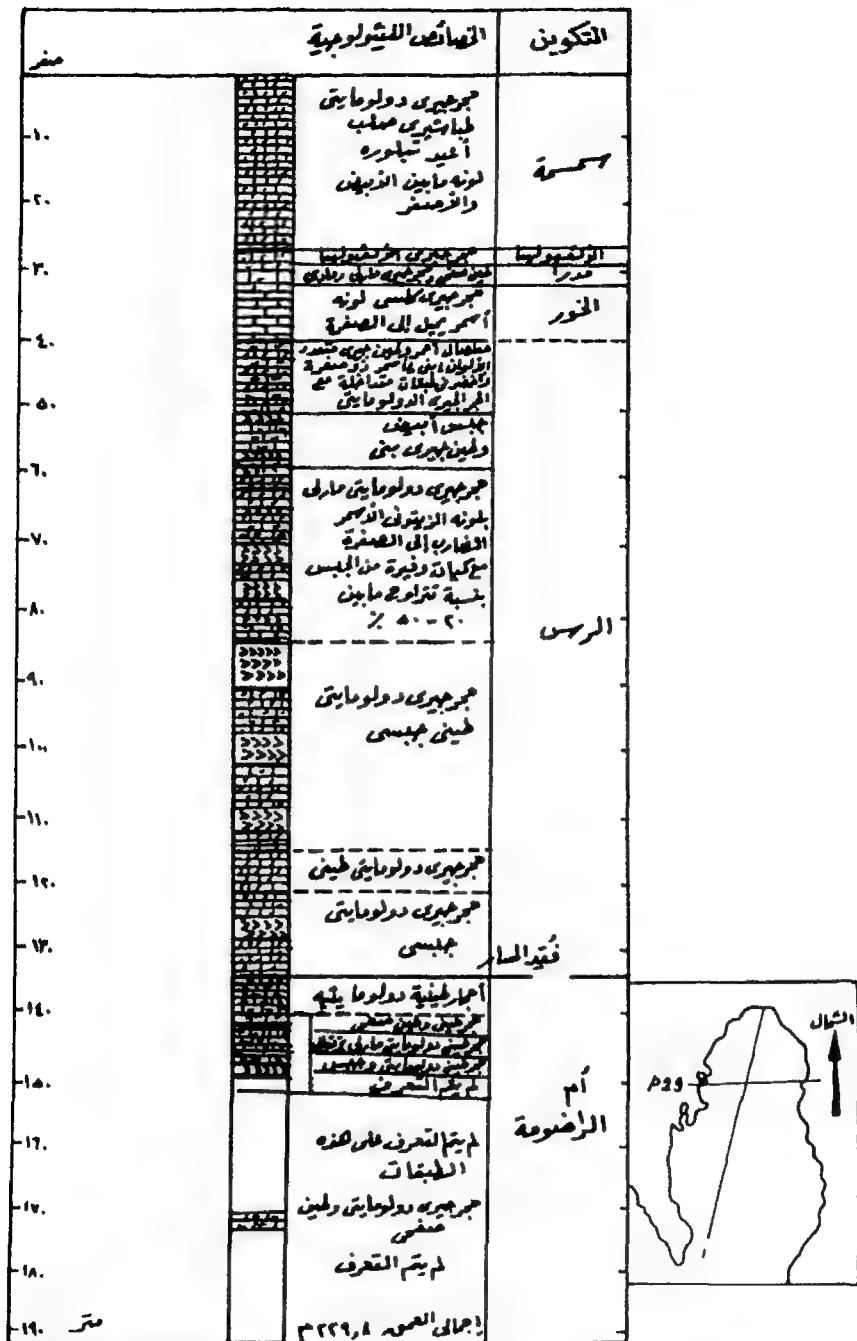
ثانيا: التتابع الطباقى للتكوينات وخصائصه: Stratigraphy

عاجلت دراسة التكوينات الجيولوجية السطحية التوزيع الأفقي (المساحي) للصخور وخصائصها الليثولوجية، في حين نتعامل في المعالجة التالية مع التوزيع الرأسي لها، وستتم دراسته وفق النقاط الرئيسة التالية:

- ١- التعرف على سمك التتابعات وخصائصها، ومدى الاختلاف بين آفاقها وكيفيته.
- ٢- تتبع ظواهر التخالف وعدم التوافق بمعرفة فترات التوقف والانقطاع في الترسيب، وظروف البيئة الترسيبية، ومدى استجابة التكوينات ومقاومتها لعمليات النحت والتعرية، وأثر ذلك على الظواهر الجيومورفولوجية وأشكال السطح الأخرى.

ولما كان المنكشف من التتابعات الإرسائية في شبه جزيرة قطر تمثله تكوينات الحقبين الثالث والرابع، فلإن المعالجة ستركز على خصائص تتابعات هذين الحقبين مع بعض التجاوزات التي تفيد الدراسة أحيانا، وقد وردت القطاعات التي نحن بصدد دراستها في كتابات (كافيليه ١٩٧٠، وإكلستون وآخرون ١٩٨١، وحرش ويوسف ١٩٨٥)، وهي كالتالي (الشكلان ٢-٨، ب):





هـ : المسكون ١٩٨١ م ٢٠٢٣

(تابع) شكل رقم (٢ - ٨ ب)

قطاع جيولوجي رأسي (P29) يمثل العلاقة
الإستراتيجية الليثولوجية

(أ) قطاع جيولوجي رأسي p29b، ويقع على الساحل الشمالي الغربي إلى الشمال من روضة سعد، ويتفق مع خط عرض (٢٥ ٤٠) شمالاً (عن إكلستون ١٩٨١).

(ب) قطاع جيولوجي رأسي C14 AM 3A، ويقع إلى الجنوب الغربي من مركز أبو سمرة (عن أموجيل AMOJIL ١٩٦٣).

(ج) قطاع جيولوجي رأسي LGA 202، ويقع في وسط شمال قطر (عن لوجراند أدسكو LoGRAND ADSCO ١٩٥٩).

(د) قطاع جيولوجي رأسي مستخلص عن بارستونز PARSONS.

(هـ) قطاع جيولوجي رأسي P22a، ويقع إلى الشمال الغربي من الدوحة في منطقة الصخور المكشوفة من تكوينات الرس (عن إكلستون ١٩٨١).

(و) قطاع جيولوجي رأسي P23، ويقع إلى الشمال من القطاع السابق، ويتفق مع خط عرض مدينة الخور (عن إكلستون ١٩٨١).

(ز) قطاعات جيولوجية رأسية لمنطقة دخان والجزء الجنوبي الغربي لقطر (شكل رقم ٢-٩)، (عن كافيليه ١٩٧٠).

١- ملاحظات عامة على القطاعات الجيولوجية:

ومن القطاعات الجيولوجية نستخلص التالي:

تنتمي التتابعات الإرسائية في قطر إلى دورتين (عصرين) Two Periods هما عصر الباليوجين Paleogene، وعصر النيوجين Neogene.

(أ) تنسب إلى عصر الباليوجين مجموعة الحسا التي تنقسم إلى ثلاثة تكوينات، وهي من الأقدم إلى الأحدث: تكوينات أم الراضومة، تكوينات الرس، تكوينات الدمام.

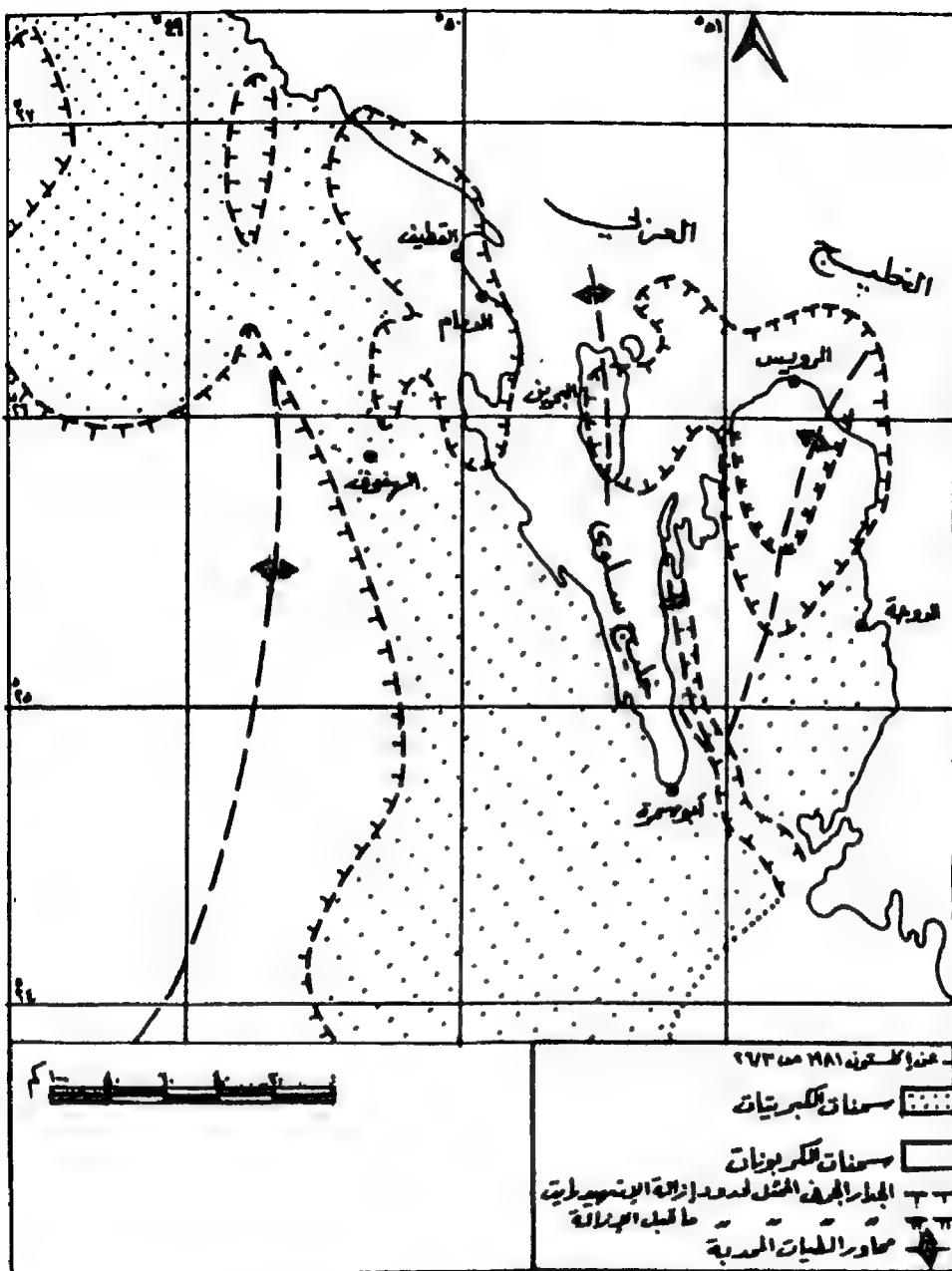
فتكوينات أم الراضومة: Umm er Rhaduma ليس لها وجود سطحي في قطر، ولكنها اعتبرت قاعدة لكل القطاعات الجيولوجية الرأسية، فهي - عدا قطاعات كافيليه - تتوضع بشكل شبه متوافق فوق تكوينات العرمة The

Aruma، وقد أجمعت الآراء على أن سمك هذا التكوين في منطقة جبل دخان، وفي وسط وشمال قطر، وحتى في المناطق البعيدة عن الشاطئ (عرض البحر) يزيد على (٣٠٠) م، وهذا ما يجعلنا نبدي ملاحظة هامة وهي أن عصر الباليوجين شهد غمرا بحريا رئيسا امتد ليشمل إضافة إلى الخليج العربي منطقة شرق البحر المتوسط.

يغلب على هذه التكوينات الدولومايت المتباين في صلابته: المتميز بشقوقه Fractured، المحتوي على أحزمة Bands من الصوان، وتداخلات Intercalations من الحجر الجيري والصلصال، وتدل الحياة الحيوانية المجهرية بأن القسم الأسفل من تكوين أم الراضومة يعود إلى حين الباليوسين Epoch، بينما يرجع القسم الأعلى للإيوسين الأدنى، وهي الفترة التي كان خليج سلوى يتعرض خلالها لحركة هبوط بطيئة، ومع ذلك استمر المعبر الرئيس الذي تتقل عبه كميات معقولة من المواد الطينية، وتشير الدلائل الليثولوجية إلى احتمال ارتباط توزيع السحنات الإرسائية الخاصة بتكوين أم الراضومة بالخاصية البنيوية Structural Character لشبه جزيرة قطر.

أما تكوينات الرس التي تغطي تتابعات أم الراضومة بشكل فجائي في مناطق كثيرة، فتميز باختفاء الحياة الحيوانية البحرية من ناحية، وبتغير السحنات الإرسائية من ناحية ثانية، هذا التغير قدّم دليلا على وجود فترة توقف وانقطاع في الترسيب، أو أحدث فجوة Hiatus يبدو أنها ترتبط بحركة رفع تكتونية، تأثرت بها - بدرجة كبيرة - المناطق ذات البنية الموجبة، إذ يشير توزيع السحنات الإرسائية أن سمك تكوينات الرس يتناقص في مناطق البنية الموجبة، ويتزايد في مناطق البنية السالبة، ويعني هذا التباين أن البيئة الترسيبية في الأولى (الموجبة) تميزها مياه دافئة ضحلة وصافية، أدت إلى تراكم طبقات إرسائية رقيقة، في حين تميزت البيئة الثانية (السالبة) بأحجارها الجيرية النقية، وإرساباتها الدوامية السمكية من المتبخرات، ولعل سمك الطبقات الإرسائية يوحي بتزامن حركة الهبوط مع فترة الإرساب.

وقد أشار إكلستون (Eccleston et al., 1981, p 3/27) إلى أن تكوين الرس تمثله سحنتان Two Faces (خريطة رقم ٢-١٠)، السحنة الأولى: من



تكملة رقم (٢-١٠)
خريطة توزيع السجلات الإرهابية في شبه جزيرة قطر
والبحرين والساحل الشرقي للعربية السعودية

الكبريتات، وهي قسمان: جبسية (كبريتات الكالسيوم المائية)، وطينية (سليكات الألومنيوم)، والسحنة الثانية: كربونية (جبسية)، وهي على النقيض من تكوين أم الراضومة تنكشف على السطح في مواقع أهمها وأكثرها وضوحا إلى الشمال الغربي من الدوحة، وعلى طول حلبة دخان (خريطة ١-٢)، وقوامها الحجر الجيري الدولومايتي الطباشيري.

تعود تكوينات الدمام إلى الإيوسين الأدنى والأوسط، وتغطي طبقاتها - على ما يبدو - تكوينات الرس في تتابعات تتم عن استمرار لا انقطاع في الترسيب، ولكنها تثير الاهتمام بعودتها لظروف بحرية أكثر استقرارا، وأوسع انتشارا، مع استمرار البيئة البحرية الضحلة التي تميزها الأحجار الجيرية، والطين الجيري، والطين الصفحي الأثابولوجايتي المحتوي على عقيدات فوسفات Phosphate Nodules، وينقسم هذا التكوين إلى قسمين: القسم السفلي: ويمثله الدمام الأسفل، ويتشعب في مناطق محدودة لصيقة بتكوينات الرس، وليس له وجود في شمال وشمال شرق قطر وخاصة في مواقع الطيات المحدبة بسبب نهوضها، وانحسار مياه البحر عنها، أما القسم العلوي: فيفتقر كما ذكر إكلستون (Eccleston, 1981, P 3/38) إلى التحديد الواضح، إلا أن عضو سمسمة المثل الرئيس من بين عضوين، يشكل أكثر من (٨٠٪) من الصخور السطحية الصلبة في قطر، وخاصة الوحدة الوسطى الأساسية من هذا العضو التي تتألف من الحجر الجيري المدملت Dolomitized بدرجة عالية، وكثيرا ما يوجد الصوان على شكل عقيدات مع الطباشير والصلصال الذي يملأ الفراغات والشقوق.

وقد نحاشى كافيليه - كغيره من الجيولوجيين - اعتماد الحجر الجيري الطباشيري عضو سمسمة كسحنة إرسابية أصلية، وما الدولومايت إلا نتاج التغير الذي حدث قبل عملية الترسيب، فالقشرة الصلبة Duri-Crust المغلفة للحجر الجيري الطباشيري عضو سمسمة يمكن أن تكون قد تشكلت Occured أثناء حقب الأوليجوسين، مثلما انبعث الدولومايت من تحت مكاشف الطبقات الحالية لتكوين الدمام؛ لأن عمليات تفكك الصخر وتحلله Weathering في ظل الأحوال المناخية السائدة في قطر، والخصائص الليثولوجية للصخور، ينشط من فعلها، ويسهل من مهمتها، فالتربة الصحراوية المسامية Spongy (الاسفنجية) المشوبة بلون الحديد

Iron Staining - على سبيل المثال - يمكن أن تفسر لنا Show مدى إعادة انطباع Reimposition السطوح التحاتية حديثة النشأة حيثما تنكشف تكوينات عضو مسممه فوق سطح الأوليجوسين الذي تشكل من قبل، شأنها في ذلك شأن نشأة سطح تحاتي حديث أينما تظهر تكوينات الرس.

(ب) من الملاحظ أن عصر الباليوجين شهد في نهايته (الإيوسين الأعلى والأوليوجوسين) فجوة توقفت في أثنائها عمليات الترسيب، فسادت عمليات الدلتة (التحول إلى دولومايت) ونشطت عمليات النحت والإزالة، وتكوين سطوح التحات، في حين كانت بداية عصر النيوجين Neogene تمثل نقلة في الترسيب، وتغيرا في أنواع الرواسب وبيئاتها الترسيبية، فبعد غمر بحري Marine Transgression ترسبت تتابعات من الحجر الجيري المدلت، وطبقات من الصلصال (الدام الأسفل - الميوسين الأدنى) فوق تتابعات الإيوسين الأوسط بلا توافق، في حين تميزت تتابعات الدام الأعلى (الميوسين الأعلى) بحيوانات بحيرية شاطئية Lagoonal Fauna، وتداخلات رملية، وهي ملامح إرسائية تدل على تراجع وانحسار بحري أثناء عملية الترسيب، وتشير إلى أنها أقل الرواسب تعرضا لعمليات التفكك والتحلل مقارنة بما يتوضع تحتها من تكوينات الدام الأعلى.

في نهاية الميوسين توقفت عملية ترسيب الطبقات المتوافقة المنتظمة، ذات الانتشار الواسع، وسادت ظروف مناخية رطبة انتقلت نطاقاتها نحو الجنوب، فنشأت من جراء الأمطار الغزيرة أنظمة نهريّة ساهمت في نحت ونقل كميات من الصلصال الرملي والرمال الخشنة والحجر الرملي والحصى Pebbles بأنواعه المختلفة من منطقة الدرع العربي إلى شبه جزيرة قطر، ويمثلها تكوين الهفوف المتواجد في منطقة الطوارات (وسط جنوب، وجنوب غرب قطر).

ومن الواضح أن القطاعات الجيولوجية الرأسية لم تتضمن أية إشارة إلى الإرسابات السطحية، وإنما اكتفت في بعضها إلى التركيز على تتابعات إرسائية تنتمي إلى تكوين أو عضو معين، كما فعل كافيليه (شكل رقم ٢-١٩) في قطاعه الذي اشتمل فقط على عضو أبروق الممثل للجزء الأعلى من الدام الأعلى (جنوب بير زكريت)، وتناولت في بعضها الآخر التعاقب الراسي للتكوينات بدءا

من أم الراضومة وانتهاء بالدام الأعلى مع عدم إغفالها تكوينات الرس والدام (قطاعات شكل رقم ٢-١٨، ب) (Eccleston, 1981, p 3/21).

٢- خصائص القطاعات الجيولوجية الرأسية وسك تتابعاتها:

يختلف سمك التتابعات الإرسائية، وتتفاوت في مكوناتها، وفي خصائصها، وقد تم استخراج سمك التتابعات وجدولتها كالتالي:

جدول رقم (٢-١)

سمك التكوينات الصخرية الرئيسية (متر)* ونسبها المئوية مقارنة بالمجموع الكلي

المصدر	السمك المتوسط	مجموعة الحسا (الباليوجين)				مجموع ما بعد الدام (النيوجين)				للمجموع الكلي
		أم الراضومة		الدمام**		الدام		الحديثة		
		السمك %	%	السمك %	%	السمك %	%	السمك %	%	
لوجراند أدسكو	١٩٥٩	-	-	١٠٥	٦١,٤	٢٨	١٦,٤	٣٨	٢٢,٢	١٧١
بارسونز Parsons	١٩٦٢	٣٠٠	٦٢,٢	١٣١	٢٧,١	٦,٦	١,٤	٤٥	٩,٣	٤٨٢,٦
أموجيل Amojil	١٩٦٣	٣٧٠	٦٦,٧	١٦٥	٢٩,٧	٢٠	٣,٦	-	-	٥٥٥
كافيليه Cavelier	١٩٧٠	٣٠٠	٤٩,٢	١٨٦	٣٠,٥	٩٠	١٤,٧	٣٤	٥,٦	٦١٠
إكلستون وآخرون	١٩٨١	٥٠٠	٦٢	١٩٧	٢٤,٤	٩٠	١١,٢	٢٠	٢,٤	٨٠٧

* تمثل هذه القيم الحد الأقصى لسمك الطبقات.

** تضم تكوينات الدمام التتابعات التي تشكلت في حين Epoch الإيوسين.

من (الجدول رقم ٢-١) و (الأشكال ٢-١٨، ب، ٢-٩) نستخلص الخصائص التالية:

(١) يهدف هذا التقسيم إلى مجموعتين (الباليوجين والنيوجين)، إلى إبراز جانبين: يركز الجانب الأول على حقيقة الفجوة Gap التي حدثت بين نهاية الباليوجين (الإيوسين الأعلى والأوليغوسين) وبداية النيوجين (الميوسين الأسفل)، حيث توقفت عملية الترسيب نتيجة الحركات التكتونية الرافعة والضاغطة، وما تمخض عنها من انكشاف التكوينات الصخرية وتعرضها لفعول العوامل الخارجية

كتشكيل سطوح تحتية، وتغير في الخصائص كالدلتة والتبلور أو إعادة التبلور، بينما يشير الجانب الثاني إلى ظروف البيئة الترسبية، وإلى التغير في السحنات الإرسابية وخصائصها الليثولوجية، وهما في النهاية (أعني الجانبين) يفصحان عن تخالف في التركيب البنائي - رغم التشابه في النوع - للتتابعات الصخرية المتمثلة في ظاهرة عدم التوافق Disconformity.

(ب) من الواضح أن سمك التتابعات في مختلف التكوينات ليس من الضخامة بحيث يمكن مقارنته مع سمك الوحدات الصخرية في منطقة جبال عمان - على سبيل المثال - أو حتى في المملكة العربية السعودية، فمجموعة أم الراضومة في السعودية مثلاً يبلغ سمكها في حدود (٧٠٠) م، في حين أنها لا تزيد وفق قطاع إكلستون على (٥٠٠) م، وهي في اعتقادي ميزة تعكس خصائص البيئة البحرية الضحلة، وتنبئ عن قصر فترة الترسيب في قطر، بخلاف عمقها وطول فترتها في مناطق المقارنة.

(ج) يبدو أن تكوينات أم الراضومة - مهما تباينت قيمها - أعظم سمكاً من التكوينات الأخرى، ويعزى هذا التباين - من جانب - إلى عملية اختيار مواقع القطاعات الجيولوجية الرأسية، وأن بداية عصر الباليوجين الذي أرسبت في أثنائه تكوينات أم الراضومة (في الباليوسين) تعتبر - من جانب آخر - إحدى الفترات الرئيسة لطغيان البحر، أو أن إرساباتها ترتبط - من جانب ثالث - بمناطق الطيات الصغيرة Minor الواقعة على طول المحور الشمالي للمصدر، مما نتج عنه - محلياً وإقليمياً - اختلاف في سمك الطبقات وحتى في النوعية والخصائص.

(د) يعكس التباين الصريح في سمك القطاعات الجيولوجية الرأسية كذلك، مصدر الراسب، وخطوط اتجاهاته، فمصدر الراسب على ما يبدو كتلة الدرع العربي، واتجاه حركته نحو الشرق والشمال الشرقي، وخاصة المناطق الهابطة Subsiding، ومثالها المنطقة الهابطة بين قبة قطر Pericline وحلبة دخان Anticline، وفي خليج سلوى كذلك.

(هـ) تشكل تتابعات الدمام (باستثناء ما يخص لوجراند أدسكو) مقارنة بسمك القطاع الجيولوجي الراسي الذي يتسبب إليه نسبة تتراوح ما بين (٢٥-٣٠٪)

من المجموع الكلي، ومنها تتناقص نسب التكوينات صعودا مع القطاع نحو القمة، وتتزايد هبوطا معه نحو القاعدة، يشذ عنها قطاع «بارسونز»، لذا نستعين بقطاعي كافيليه وإكلستون، فنلاحظ أن فروقات التزايد في قطاع «كافيليه» لا تتعدى نسبتها (١٨,٧٪) في حين تصل في قطاع «إكلستون» إلى (٦,٣٧٪)، ولعل هذه الفروقات توحى لنا بأن الهدف الرئيسي من دراسة إكلستون ينصب على البحث عن عدسات إضافية للمياه الجوفية والتي يبدو أنها تتجمع - حسب خصائص التكوين الليثولوجية - بالإضافة إلى تكوين الرس في تكوين أم الراضومة، كما هو الحال في قطاع أموجيل، فكان لابد من التعمق في عمليات الحفر للوصول إلى خزانات المياه الجوفية عبر أكبر سمك لها، أما فروقات التناقص في سمك القطاعين فتتراوح ما بين (١٥,٨٪، ٩,١٪) في قطاع «كافيليه» (بين الدمام والدمام، وبين الدمام والحديثة)، وما بين (١٣,٢٪، ٨,٨٪) في قطاع «إكلستون»، وهي فروقات تبدو متقاربة لتطابق بعض القيم وخاصة تكوينات الدمام.

(و) يلاحظ أن قطاعات «كافيليه» وإكلستون» تمثل أعظم القطاعات الجيولوجية الرأسية سمكا، وهي مع قطاع «بارسونز» أكثر القطاعات تمثيلا للتكوينات الصخرية، ورغم أن قطاع «أموجيل» يحتل المرتبة الثالثة، إلا أنه يفتقر إلى سمك الإرسابات الحديثة، علما بأن قيم هذا السمك تم استخلاصها من بعض الجداول والتقارير المتوافرة.

يبدو أن هذا التحليل يعطي انطباعا عاما، وتعميما لخصائص سمك التكوينات الصخرية، بيد أن الدراسة التفصيلية له تعطي تصورا أكثر بعدا لخصائص التتابعات من جانب، وخصائص المنطقة التي تتمثل فيها هذه التتابعات من جانب آخر، والجدول التالي يرصد هذه الخصائص:

جدول رقم (٢-٢)

خصائص سمك الأعضاء الصخرية ضمن التتابع الطباقى (متر)

من الأقدم إلى الأحدث

المصدر التكوين أو العضو		لوجراند أدسكو		بارسونز		أموجيل		كافيليه		إكلستون	
		السمك	%	السمك	%	السمك	%	السمك	%	السمك	%
أم الراضومة		-	-	٦٢,٢	٣٠٠	٦٦,٧	٣٧٠	٤٩,٢	٣٠٠	٦٢	٥٠٠
طباشير ومتبخرات الرس		٥٥	٣٢,١	٨٠	١٦,٦	١١٣	٢٠,٤	١١٢	١٨,٤	١٢٠	١٤,٩
طين مدرا الصفحي		٣	١,٨	٣	٠,٦	٣	٠,٥	١٠	١,٦	١٠	١,٣
حجر جير الألفيولينا		١	٠,٦	٢	٠,٤	٥	٠,٩	١	٠,٢	١	٠,١
حجر جير ودولومايت		٣٣	١٩,٣	٣٣	٦,٨	٨	١,٤	٥٠	٨,٢	٣٠	٣,٧
سمسه		١٣	٧,٦	١٣	٢,٧	٣٦	٦,٥	١٣	٢,١	٣٥	٤,٣
طبقات أبروق											
المجموع		١٠٥	٦١,٤	٤٣١	٨٩,٣	٥٣٥	٩٦,٤	٤٨٦	٧٩,٧	٦٩٦	٨٦,٣
حجر جير وصلصال		١١	٦,٤	-	-	-	-	٣٠	٤,٩	٣٠	٣,٧
الدام الأسفل											
حجر جير وصلصال		١٧	٩,٩	٠,٦	٠,١	٢٠	٣,٦	٥٠	٨,٢	٥٠	٦,٢
الدام الأعلى											
كسر الحجر الجيري وخصى		-	-	٦	١,٣	-	-	١٠	١,٦	١٠	١,٣
المجمعات (تكوين الهفوف)		٢٠	١١,٧	٢٤	٥	-	-	٢٢	٣,٦	٢٠	٢,٥
إرسابات الشواطئ البحرية		٣	١,٨	٣	٠,٦	-	-	٣	٠,٥	-	-
وحل المنخفضات		١٥	٨,٨	١٥	٣,١	-	-	٦	١	-	-
رواسب السبخات		-	-	٣	٠,٦	-	-	٣	٠,٥	-	-
الرمال الهوائية											
المجموع		٦٦	٣٨,٦	٥١,٦	١٠,٧	٢٠	٣,٦	١٢٤	٢٠,٣	١١٠	١٣,٧
المجموع الكلى		١٧١	١٠٠	٤٨٢,٦	١٠٠	٥٥٥	١٠٠	٦١٠	١٠٠	٨٠٧	١٠٠

نستخلص من (الجدول رقم ٢-٢) و (الشكلان ٢-٨، ب، ٢-٩) الحقائق التالية:

(أ) يبدو واضحا أن سمك تتابعات مجموعة الحسا (الباليوجين) وفق مصادرها يشكل نسبة تتراوح ما بين (٤, ٦١٪) لأقلها (قطاع لوجراند أدسكو)، (٤, ٩٦٪) لأكثرها سمكا (أموجيل)، وبمقارنة مماثلة لمجموعة النيوجين يثبن العكس تماما، (مع ملاحظة أن المجموع الكلي يمثل المقام الذي تم على أساسه استخراج النسب لكل قيمة من قيم السمك)، ويعزى هذا التفاوت إلى غياب تقديرات السمك الخاصة بالإرسابات الحديثة لبعض القطاعات (أموجيل) و(إكلستون).

(ب) إذا أعدنا تصنيف الأعضاء الصخرية حسب سماكة القطاع الجيولوجي الرأسي - بغض النظر عن التتابع الزمني وتكوينات أم الراضومة - فسنلاحظ أن طباشير ومتبخرات الرس العائدة للإيوسين الأسفل والمنتمة لمجموعة الحسا (الباليوجين) والمثلة لقاعدتها، تتربع على قمة السلم الجيولوجي، حيث تتراوح نسبها ما بين (١, ٣٢٪، ٦, ١٦٪، ٤, ٢٠٪، ٤, ١٨٪، ٩, ١٤٪) على التوالي، بينما يأتي عضو حجر جير الالفولينا عند قاعدة السلم الجيولوجي، ويعني ذلك مدى تمثيل القطاعات - من جانب - لمناطق انتشار عضو طباشير ومتبخرات الرس، وقربها - من جانب آخر - من رقعة المصدر وخطوط اتجاهاات الراسب، علاوة على أن المتبخرات تميزت بسماكة طبقاتها، نتيجة توضعها في مناطق بنيوية سالبة، تلك المناطق التي تزامنت في هبوطها مع عملية ترسيب المتبخرات، فكانت المحصلة التزايد في إرسابات هذا العضو بحيث انعكس إيجابا على سمك القطاعات الجيولوجية.

(ج) يمثل المجموع الكلي لسمك قطاع لوجراند أدسكو أدنى قيمة مقارنة بالقطاعات الأخرى، إذ تتراوح نسبته حسب الترتيب الأفقي للجدول ما بين (٤, ٣٥٪، ٨, ٣٠٪، ٢, ٢١٪) على التوالي، ولهذا التباين تفسير ينحصر في أن قطاع لوجراند أدسكو الذي يمثل التتابعات الرأسية في وسط القسم الشمالي من قطر لم يشتمل على تكوينات أم الراضومة، فلو طرحنا قيم تكوين أم الراضومة من القطاعات الأخرى جانبا، لتبين لنا أن نسب عضو طباشير ومتبخرات الرس تكون كالتالي:



القطاع	لوجراند أدسكو	بارسونز	أموجيل	كافيليه	إكلستون
النبة	%٣٢,١	%٤٣,٨	%٦١,١	%٣٦,١	%٣٩,١

فنسبة قطاع أموجيل من طباشير ومتبخرات الرس (١, ٦١٪) تفوق بقية القطاعات، في حين تراجعت النسبة في قطاع لوجراند أدسكو إلى المرتبة الرابعة بعد أن كانت تحتل حسب الجدول المرتبة الأولى، وتعليقنا على ذلك يكمن في أن قطاع أموجيل تم اختياره في منطقة قرن أبو وائل الواقعة إلى الجنوب الشرقي من مركز أبو سمرة، وهي منطقة هابطة ساهمت في تزايد سمك هذه التتابعات من ناحية، وقللت من فرص الإذابة والتحلل التي نشطت في القسمين الأوسط والشمالي من شبه جزيرة قطر من ناحية أخرى . . ومن القطاعات الجيولوجية

(د) يلاحظ أن التتابعات الإرسابية في النصف الشمالي الشرقي من شبه الجزيرة تحتوي على آفاق سيليكية تبدو على هيئة صوان، وحجر جيري أو دولومايت متسلكت Silicified (وجود السيليكا كمادة لاحمة)، في حين تخلو كل القطاعات الممثلة للقسم الشمالي الغربي والجنوبي الغربي من هذه التداخلات التي يغلب عليها النوع الطباشيري والطين والمتبخرات، وستضح أهمية هذا التوزيع عند دراستنا للخصائص الجيومورفولوجية، وسطوح التحات من خلال القمم المغلقة.

(هـ) تؤكد على تفوق سمك تتابعات أم الراضومة، التي لا تنكشف على السطح، وهي مؤشرات لما تميزت به البيئة الترسيبية في أثناء الباليوجين من غمر بحري لمنطقة الخليج العربي.

(و) يتبين أن (C14 AM3A) لا تسيطر عليه تكوينات الرس فحسب، بل ينفرد دون القطاعات الأخرى بتزايد التتابعات الإرسابية من الجبس والأنهيدرايت (المتبخرات) ضمن تكوين الرس، حيث تشغل بالنسبة لسمك القطاع حوالي (٥٩,٣٪)، في حين يغلب الحجر الجيري الدولومايتي أو الحجر الجيري الطباشيري مع الطين الصفحي أو الطين الجيري على سمك القطاعات الأخرى.

(ز) يبدو واضحاً أن الحجر الجيري الذي ينكشف على السطح تعرض لعملية تبلور نتيجة تأثره بالعوامل الخارجية وتفاعله السريع معها، إلا أن سمك

تتابعاته تتفاوت ما بين (٢٥) م في قطاع P22a، (٣٦,٧) م في قطاع P23، (٢٣,٣) م في قطاع LGA202.

(ح) يتضح أن عضو سمسمه من الحجر الجيري والدولومايت يشكل نسبة من التتابعات الجيولوجية لا تقل أهمية عن طباشير ومتبخرات الرس، فلو تجاهلنا قيم تكوين أم الراضومة في كل قطاع جيولوجي، فإن سمك عضو سمسمه يشغل النسب التالية:

القطاع	لوجراند أدسكو	بارسونز	أموجيل	كافليه	إكلستون
النسبة	١٩,٣%	١٨,١%	٤,٣%	١٦,١%	٩,٨%

وبناء عليه فإن النسب تشير إلى أن قطاع أموجيل الذي سيطر على سمك تتابعاته طباشير ومتبخرات الرس، فاحتل من خلالها المرتبة الأولى، تراجع إلى المؤخرة عندما وضعنا في الاعتبار عضو سمسمه (٤,٣%)، ليحل مكانه قطاع لوجراند أدسكو بنسبة (١٩,١%)، ويعني هذا أن قطاع لوجراند أدسكو يمثل موقع تتابعات عضو سمسمه المنتشرة في الجزء الشمالي الشرقي لشبه جزيرة قطر.

٣- ظاهرات التخالف وعدم التوافق:

تتميز التتابعات الإرسابية في بعضها بالتواتر في عملية الترسيب، وينطبع البعض الآخر عند مستويات معينة - يفصل بين المجموعات أو حتى بين التكوينات أو آفاق التكوين الواحد - بانقطاع في التواتر الترسيبي، من هنا يظهر لنا جانبان هامان، يشير الجانب الأول: إلى ظاهرة التخالف Disconformity بين مجموعتين صخريتين تتكونان من صخور رسوبية، يفصل بينهما سطح تحاتي قديم، بمعنى وجود فاصل زمني بين المجموعتين، ويفصح الجانب الثاني: عن بعض ظاهرات عدم التوافق بين مستويات الآفاق الجيولوجية للتكوينات أو الأعضاء الصخرية أو حتى ضمن العضو الواحد، وفيما يلي نعرض لأهم ظاهرات التخالف وعدم التوافق والتغير في أنماط الترسيب ونوعية الرواسب، نستخلصها من القطاعات:

(١) لعلنا نشير بداية إلى أن القطاعات الجيولوجية الرأسية والجدول التخطيطية الملخصة لتاريخ قطر الجيولوجي تبرر بعض سطوح التخالف وعدم

التوافق الممثلة لتغيرات مزدوجة فجائية وحادة، تميزها ظاهرتان: الظاهرة الأولى: تعرّض الرواسب التي كانت تغطي سطح قطر في نهاية الإيوسين الأوسط لحركة رفع تكتونية، نتج عنها تشكيل قبة قطر المركزية Qatar Centrocline، الأمر الذي فتح المجال أمام نشاط عمليات النحت والتعرية، وإزالة الطبقات السطحية، وتغيّر في خصائص بعض الصخور، فتخلّف على إثر ذلك رصيف (سطح) تحاتي Erosional Platform، بينما تركز الظاهرة الثانية: على حدوث تغير في الرواسب نوعا وكما، فمن تكوينات الحجر الجيري الدولومايتي - على سبيل المثال - الذي يتميز رغم صلابته، بسهولة تفتته Friable وسحقه (عضو أبروق)، إلى تكوينات تعلوها من الطين الجيري المحتوي على بعض الحفريات Fossiliferous والصلصال وطبقات رقيقة من الحجر الجيري.

(ب) يوجد - تبعا لذلك - سطح تحاتي يمثل مرتبة واضحة المعالم من التخالف، يفصل بين تكوينات الدمام الأعلى المتسمية للإيوسين الأوسط، ويمثلها الحجر الجيري الدولومايتي، وتكوينات الدمام الأسفل الميوسينية من الطين الجيري والصلصال، حيث تبين أن تكوينات الدمام الأسفل تستند في كثير من المواقع مباشرة على تكوينات عضو سمسة، وهذا ما يشير إليه المنكشّف من الصخور العزيلة Outliers في منخفض بيض القاع Bayd el Q'a الذي يقع إلى الشمال الغربي من البعوضيات، ويتفق مع خط عرض (٢٥ ٣) شمالا، فهناك أكثر من (١٠)م سمكا من الأحجار الجيرية الطباشيرية ذات اللون الأبيض والرمادي من تكوينات الدمام الأسفل تعلو الحجر الجيري الدولومايتي المتبلور من عضو سمسة، وذلك في غياب عضو أبروق، ويوحى لنا هذا أن عمليات النحت أزال معظم إن لم يكن كل طبقات عضو أبروق من هذا الموقع (احتمال ضعيف) أو أن حركة رفع تكتونية أصابت المنطقة (احتمال أقوى) فحالت دون إرساب طبقات أبروق وبالتالي انكشفت تكوينات عضو سمسة، فتعرضت للنحت والإزالة نوعا ما، وللتغير في بعض الخصائص، إلى أن بدأت عملية الغمر البحري ثانية وترسب تكوينات الدمام الأسفل.

(ج) هناك اتفاق بين الجيولوجيين على أن شبه جزيرة قطر وإقليم الإحساء السعودي كانا في نهاية الكريتاسي ضمن المنطقة البحرية، وبالتحديد أثناء المستريخي Maestrichtian، وأن تكوينات أم الراضومة التي تميزها حيوانات المياه

الضحلة تضعها في بداية السلم الجيولوجي العائد لبداية الحقب الثلاثي (الباليوسين)، ورغم الاعتقاد السائد بأن نطاقات الاتصال الرأسية بين تكوينات العرمة وتكوينات أم الراضومة التي تعلوها متوافقة Conformity، إلا أن هناك أدلة باليونتولوجية تحتية Subsurface تشير إلى وجود عملية تسوية Gradational و سطح تعرية قديم يفصل بين المجموعتين، فأضحنا متخالفتين Disconformable، أو ربما انطبعت كما أشار كافيليه (Cavelier, 1970, p30) عن (Powers, et al., 1966) ظاهرة شبه توافق Para Conformity، أي أن نطاق الاتصال الراسي بينهما عبارة عن مستوى طباقية بسيط Simple Bedding Plane، وقد أقر ساندر (Sander, 1962) من خلال معاينته لتسلسل الحياة الحيوانية المجهرية في العربية السعودية بالمقارنة مع ما لاحظته سموت (Smout, 1954) في قطر بوجود بعض التوافق (توافق ما) بين المجموعتين Some Conformity، ويعزز هذا الإقرار - من جانب - بأن الحياة الحيوانية Fauna ظهرت بشكل فجائي غير متعاقب Non-Sequence، مع عدم حدوث طبقات متداخلة No Intervening Beds بين الكريتاسي والثلاثي، ويدعمه - من جانب آخر - غياب تكوينات فترة الداني Danian (وهي الفترة التي تسبق الباليوسين وتعقب المستريخي، لنتهي بذلك الكريتاسي الأعلى).

(د) تشير الأدلة الحفرية المأخوذة من طبقات تكوينات الرس، أن البيئة الترسيبية البحرية كانت ضحلة، وأن التغير المفاجئ في ترسب السحنات Deposition of Faces، من تكوينات أم الراضومة إلى تتابعات الرس يوحى إلى احتمال وجود فجوة توقفت في أثنائها عملية الترسيب بعد توضع تكوين أم الراضومة، ولعل هذه الفجوة لها علاقة بحركة الرفع التي تعرضت لها المنطقة، فأنكشفت على إثرها بعض الأراضي التي باتت تميزها بنايات موجبة المنطقة، (Eccleston, et al., 1981, p 3/23).

(هـ) تتميز الفترة التي أرسبت في أثنائها تتابعات الدمام بظروف بحرية أكثر استقراراً، وأوسع انتشاراً، وخاصة المنطقة الغربية من حوض الخليج العربي، حيث سادت ترسبات من الحجر الجيري، والطين الجيري، والطين الصفحي

الاثابولوجايي المحتوي على عقيدات فوسفاتية (من الكبريتات) تخص المياه الضحلة، ولعل هذا النمط الإرسابي لم يكن ليتمثل في منطقة الإحساء السعودية، حيث تشير الطبقات التي يبلغ سمكها (٣٣) م إلى وجود فترات توقف (فجوات)، وبالتالي انطباع ظاهرة تخالف، وليس كما ذكر إكلستون (Eccleston, 1981, p3/35) ظاهرة تباين Nonconformity (لأن المجموعتين الصخريتين في ظاهرة التباين تكونان من نوعين مختلفين من الصخور، كأن تكون القديمة نارية، والحديثة رسوبية، ولكن المجموعتين في حالتنا هذه من نوع واحد، أي تتابعات رسوبية، لذا اعتمدنا ظاهرة التخالف)، إضافة إلى ذلك، هناك اختلاف واضح في سمك طبقات الدمام الأسفل، حيث يبدو أن سمكه قد تقلص، أو أن طبقاته قد أزيلت تماما من المواقع المحدبة في شمال شرق قطر، مما يوحي بأن هذه المنطقة التي كانت آنذاك عبارة عن مخاضات قد نهضت وأصبحت جزءا من اليابس القطري.

(و) كان القوس القطري (قبة قطر الرئيسية) يمثل - في أثناء البحر الميوسيني - إقليما من المخاضات A region of shallows (تكوين الدمام)، إلا أن هذه المخاضات أخذت تمتلئ بالترسبات حتى غدت في نهاية الميوسين أرضا تعلو مستوى سطح البحر (الدام الأعلى)، فتعرضت التتابعات الأخيرة لفعل العوامل الخارجية وخاصة القطاع الجنوبي من القوس القطري، لدرجة سمحت بتوضع إرسابات قارية تتسمي لتكوين الهفوف، وقد يوحي ظاهر التكوين - محليا - بتواصل عملية الترسيب، ولكنه يفصح - إقليميا - عن وجود فواصل زمنية وفترات انقطاع ترسيبية أدت إلى انطباع ظاهرة عدم توافق Unconformity بين التكوينين، ولعل فترة الدمام الأعلى شهدت أول الحركات التكتونية، كان من نتائجها إغلاق دوري مؤقت للحوض، وحدثت تغيرات متميزة في الأحوال المناخية، بدليل نشأة الأنظمة النهرية الكبيرة التي يمكن تتبعها عبر أودية تحتية كانت تنقل الرواسب الرملية والجراول Gravels، وتجلب حصى الكوارتز سواء الدائري منه وشبه الزاوي، وبعض الصخور النارية كالجرافيت والبورفير والبارلت، والأحجار الجيرية والرملية، والرصيص Conglomerate الأكثر مقاومة لعمليات النحت من منطقة الدرع العربي عبر المنطقة التي يشغلها حاليا خليج سلوى، إلى الأجزاء الجنوبية من قطر، وما التلال القممى المنعزلة، وتلك المستوية (الميزات Mezas) إلا من بقايا هذه الإرسابات التي نادرا ما يتجاوز سمك طبقاتها (١٠) م.

ثالثاً: البنية الجيولوجية: Geological Structure

تقع شبه جزيرة قطر في موقع يخضعها لتأثير جملة عوامل، اشتركت في إبراز بنيتها Structure (خريطة رقم ٢-١١)، بقدر ما اشتركت في صنع الظواهر التضاريسية التي يتميز بها سطحها، وتتمثل هذه العوامل في حركات رأسية رافعة Uplift Movements، وحركات أفقية ضاغطة Piercement Movements بدأت في الحقب الوسيط مروراً بالثلاثي واستمرت خلال الرباعي والحديث ولكن الذي يهمنا في هذا المقام دراسة حركات ما قبل البليوسين Pre-Pliocene التي تشكلت على إثرها ظواهر جيولوجية متباينة لا تخرج عن كونها تراكيب حركية فيما ستعرض عند معالجة التطور الجيولوجي إلى فترة ما بعد البليوسين من خلال التغيرات المناخية التي طرأت على مستوى سطح البحر لكونها من خصائص هذه الفترة من ناحية، وبحكم أنها أصبحت حقيقة مسلّم بها بين العلماء من ناحية ثانية، ولأنها تركت بصماتها وآثارها ماثلة في المدرجات والمصاطب البحرية والأودية الغارقة ومناطق السبخات والرمال بأنواعها وأشكالها، كل هذه الظواهر تعتبر شاهداً على حركة البحر القديم طغياناً وانحساراً من ناحية ثالثة.

من أهم الظواهر البنيوية لفترة ما قبل البليوسين ما يلي:

١- البنية الإقليمية المتمثلة في القوس القطري: (قبة قطر الرئيسية).

٢- البنيات المحلية: ويمكن تصنيفها إلى فئات ثلاث هي:

(أ) الطيات المحدبة والمقعرة. (ب) الصدوع.

(ج) المفاصل والشقوق.

١- قبة قطر الرئيسية: The Main Qatari Dome

تبرز شبه جزيرة قطر على شكل قوس صخري Arch يمتد داخل مياه الخليج العربي بشكله الإهليلجي Elliptical-Shaped (بيضاوي الشكل)، إذ يتركز على محور عام شمالي - جنوبي، تغطي سطحه صخور رسوبية حديثة النشأة يبلغ سمكها (٢٥٥) متراً (سليمان محمود سليمان، ١٩٧٤، ص ٤)، وتبدو طبقات الصخور لأول وهلة أفقية، ولكن حينما ندقق النظر نجد أنها تتقوس إلى أعلى تقوساً هيناً على هيئة قباب تملأ خلالها الطبقات ميلاً تدريجياً Low-Dipping

خارج هوامش القبة، وقد اكتسحت عوامل التعرية تكويناتها السطحية، لهذا لا تبدو مظاهر التحدب فوق السطح الحالي مورفولوجيا واضحة المعالم، إلا أن آثار حركات الرفع لا تزال باقية في الطبقات الصخرية السفلية، وقد تم التعرف عليها من خلال التراكيب التي تضم مكامن البترول وأحواض المياه الجوفية التي تتجمع في تلك القباب.

وظاهرة القباب من أهم التراكيب الجيولوجية الحركية الشائعة الانتشار في منطقة الخليج وخاصة على طول الساحل الشرقي لشبه الجزيرة العربية، فهي لا تقتصر على قبة قطر فحسب، بل تشمل كلا من قبة البحرين وقبة الدمام، إضافة إلى قبة الأحمد في الواقعة في أقصى الطرف الشمالي الغربي للخليج العربي، وقد ثارت العديد من المناقشات بين جيولوجيي شركات الزيت في أرامكو والخليج حول أصل هذه التراكيب، فالبعض أيد Invoke الأسباب الميكانيكية لاختراقات الملح للطبقات الصخرية Salt Diapirism والتي تسببت في حدوث الالتواءات المحدبة الخطية، بينما اعتقد البعض الآخر (جيولوجيو أرامكو) بأنها تعزى إلى حركات الرفع القاعدية (P. Kassler, 1973). ومهما يكن، فإن حركات الرفع كانت - في بعض الحالات - متذبذبة Pulsatory وفي بعضها الآخر منتظمة، ورغم طول الفترات التي حدثت خلالها، إلا أنها كانت بطيئة، ويدل على ذلك درجات الميل التدريجية والمنخفضة جدا على جوانب التراكيب (كما أشرنا سابقا).

فقبة قطر ما هي إلا ثنية محدبة تحتل وسط شبه الجزيرة، بدأت ترسم ملامحها كأساس بنيت حوله الصورة التضاريسية لقطر على إثر حركات تكتونية رافعة وأخرى ضاغطة نشطت في حدود العصر الكريتاسي، ويدعم هذا القول صفة تتابع الطبقات في أعماق آبار البترول، فقد عملت هذه الحركات على تعرض تكوينات العرمة Aruma Formation وجزء من تكوينات أم الراضومة Umm El-Radoma لفعل شديد من جانب عوامل النحت والتعرية قبل أن تبدأ مرحلة إرساب تكوينات الزمن الثالث، ويعني ذلك وجود فترة جيولوجية انقطع أثناءها الترسيب (ليس من الضروري أن يكون البحر قد تراجع في تلك الفترة؛ لأنه كما تدل الشواهد كان لا يزال يغمر بمياهه تلك المناطق) مما ترتب عليه انطباع ظاهرة عدم التوافق Unconformity بين تكوينات الزمن الثاني المتأخر وتكوينات الزمن



الثالث (المركز الفني، ١٩٨٠، ص ٥) ويؤكد على ذلك ما تشير إليه تكوينات طبقة الشعبية الحاملة للزيت على عمق (٤٨٠١) قدما من حدوث اختلال في الترسيب بين الزمنين الثاني والثالث.

وفي الإيوسين الأسفل كان طغيان البحر كبيراً، مما ترتب عليه هبوط مساحات عظيمة من الأرض التي أصبحت تشكل قاع هذا البحر الذي تميز بعمقه الشديد آنذاك، ثم عادت الأراضي القطرية وأجزاء من الرفرف العربي إلى الارتفاع إثر حركة رفع إقليمية، انحسرت معها مياه البحر الإيوسيني في أدواره العليا واستمرت كذلك خلال الأوليجوسين، ويعتقد بأنه ليس ثمة رواسب تنتمي لهذه الفترة التي تميزت - فضلاً عن ذلك - بظاهرة وجود خطوط عدم انتظام في الطبقات الرسوبية بين تكوينات الإيوسين الأوسط والميوسين.

ومن المحتمل أن تكون أجزاء من سطح قطر قد غمرتها مياه البحر الميوسيني، وينسحب هذا على قبة قطر الرئيسية التي كانت بعض مناطقها في ذلك الوقت عبارة عن أحواض ضحلة ومخاضات غطتها رواسب الدام الميوسينية التي استمرت في التشكل حتى أواخر هذا العصر، وتوحي صفاتها وخصائصها بأن عمليات إرسابها قد تمت ضمن بيئة بحرية ضحلة، وما من شك في أن التقهقر البطيء للبحر الميوسيني الأعلى وانحسار المياه نتيجة لحركة رفع طفيفة أو بسبب تراكم الرواسب الميوسينية في الأحواض الداخلية على شكل طبقات (يستثنى من ذلك بعض الهوامش الساحلية وأجزاء من أراضي قطر الجنوبية) قد أدت إلى حدوث تغيرات واضحة كان من محصلتها أن اتخذت قبة قطر الرئيسية شكلها النهائي، وأضحت مظهرها تضاريسياً هاماً.

٢- البنيات المحلية:

(١) الطيات المحدبة والمقعرة: (Anticline and Syncline Flexures (Folds)

الطيات المحدبة:

يشتمل القوس القطري (خريطة البنية رقم ٢-١١) - إضافة إلى قبة قطر الرئيسية - على مجموعة قباب ثانوية ذات امتداد مغاير، فالى الشمال الشرقي من

شبه جزيرة قطر تمتد قبة سمسمه Simsim Dome التي تتركز على محور يتفق في اتجاهه مع قبة قطر وتتكون من الحجر الجيري والدولومايت الذي يعود في نشأته إلى الإيوسين الأوسط ويتسبب لتكوينات الدمام الأعلى.

والى الجنوب الغربي من القبة الرئيسية تبرر قبة الكرانة Karanah Dome التي تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، ويتفق هذا الامتداد مع محور أبروق الذي يقع بين خليج زكريت في الغرب ودوحة الحصين في الشرق، وتضم قبة الكرانة بين تكويناتها التي ترجع للإيوسين الأوسط صخورا من الحجر الجيري والدولومايت، فضلا عن الطين الصفحي والحجر الجيري المختلط بالصلصال الذي ينتمي لتكوينات الدمام الأسفل الميوسينية.

في أقصى غرب وجنوب غرب شبه الجزيرة القطرية يمتد نطاق من القباب على محور عام شمالي - جنوبي، يمثل التواء دخان المحذب Dukhan Anticline، يبدأ هذا النطاق امتداده الطولي من رأس دخان في الشمال حتى الحدود الجنوبية لقطر، ويفصله عن القبة الرئيسية طية مقعرة تمتد من بير زكريت شمالا حتى طمس الكرانة Ta's Al-Karanah جنوبا، وتشتمل هذه الوحدة الجيولوجية على تراكيب تكتونية تكاد تنعكس صورتها في صفات التاريخ الجيولوجي المليء بالأحداث التي عايشتها قطر، إذ تضم في قسمها الشمالي «قبة دخان» ذات المحور الشمالي - الجنوبي وتتكون صخورها من الحجر الجيري والدولومايت المنتسب لتكوينات الرس، تليها إلى الجنوب «قبة فحيحيل» Fhaihil Dome التي تنحرف إلى الجنوب الشرقي نتيجة تأثرها ببعض الصدوع بدرجة أكبر، فاتخذت بذلك اتجاهها شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا، متمشية بذلك مع محور خليج سلوى، وهما معا يتفقان مع محور جبال زاجروس الذي أثر تشكيلها وخاصة الحركات الجانبية على الجانب العربي من الخليج ولكن بدرجات لا تضاهي مثيلاتها على الجانب الإيراني، ولهذا تتميز قبة فحيحيل عن قبة دخان بأن طبقاتها الصخرية تميل على طول جانبها الشرقي كما ذكر (C. Cavelier, 1970, p. 29) بمقدار (٤) درجات.

إلى الجنوب الشرقي من قبة فحيحيل تمتد «قبة جليحة» Jaleha Dome التي تشكل القلب من حلبة دخان، وتتكون من الطين الصفحي والحجر الجيري مع



صخور من الدولومايت، تحيط برواسب أقدم تعود لتكوينات الرس الإيوسينية. وإلى جنوب الجنوب الشرقي تظهر قبتان محدبتان هما «خرزة الدرب» Kahrazat Ad-Darb (قلعة) و«قبة سودانثيل» Sauda Nathil Dome، ويمكننا مشاهدة تكوينات أحدث من تلك التي تشكل الطبقات السطحية للقسم الشمالي من وحدة دخان الالتوائية، فنجد أن خرزة الدرب تكسوها طبقات من الحجر الجيري والصلصال (تكوينات الدام) تستمر بصورة متقطعة بالاتجاه جنوبا حتى سودا نثيل التي تتشكل قبتها من تكوينات سطحية أحدث، ترجع في نشأتها إلى الزمن الرابع، وتحتوي على رواسب السبخات والرمال الكلسية التي تكونت في بحر ضحل، يضاف إليها تكوينات رملية نقلتها وشكلتها الرياح.

الطيات المقعرة:

تباين أنواع الطيات تباينا واضحا حسب نوع التكوينات الجيولوجية التي تخضع لظاهرة الالتواء، وقوة الحركة واتجاهها، فقد تبين من دراسة الطيات المحدبة أنها تركز بينها طيات مقعرة مصاحبة لها، إذ تتركز هذه الظاهرة في الجزء الغربي من شبه جزيرة قطر، أضف إليها الخلجان المركبة كخور الذخيرة وخور الخور وخور العديد على الساحل الشرقي والمتزامنة معها في فترة تشكيلها.

فطية زكريت المقعرة - التي تعتبر أهمها - تمتد على محور عام من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وهي لا تسير موازية لحلبة دخان التي تحدها من الغرب فحسب، بل إنهما يقتسمان الطرف الجيولوجي الأوسط Septum. وتمثل كل مظاهر البساطة في التركيب الجيولوجي لهذه الطية، كما أن الطبقات الرسوبية تميل لأن تكون أحدث عمرا من حيث التأريخ الجيولوجي كلما تقدمنا على طول محورها من الشمال باتجاه الجنوب، وتشير خريطة قطر الجيولوجية (رقم ١-٢) إلى انتشار رواسب الرمال والسبخات الحديثة في الجزء الشمالي من الطية وخاصة في سبخة دخان التي تنخفض عن مستوى سطح البحر ما بين (١-٥) مترا، أما القطاع الجنوبي لهذه الطية فيبدأ بالارتفاع الرتيب حتى يصل أقصاه (٢٠) مترا فوق مستوى سطح البحر حيث تغطيه رواسب الميوسين، تتخللها في كثير من الأحيان رواسب الدمام الأعلى.

يمكن القول أن طية زكريت المقعرة لا تقتصر في شمولها على المنطقة اليابسة الممتدة من بير زكريت في الشمال حتى طعس الكرعانة في الجنوب فحسب، بل يبدو أنها تشتمل على مناطق ما زالت تغمرها - حتى الوقت الحاضر - مياه البحر القديم وتتمثل في كل من خليج زكريت ودوحة الحصين ودوحة فيشاخ، وكان لهذا الوضع أثره على عدم الاتصال الجانبي لشبه جزيرة أبروق وأرخييل جزر حوار شبه جزيرة قطر رغم أنهما (أبروق وحوار) تمثلان جزءا من نهايات الجناح الغربي لقبة قطر الرئيسية.

ومن المحتمل أن المنطقة التي تشكل قاعلة شبه جزيرة أبروق قد تأثرت بحركات رفع لاحقة نتج عنها انحسار مياه البحر عن جزء من مقعر زكريت المتمثل في سبخة دخان وتحولها إلى بحيرة داخلية، ومن ثم إلى منطقة أخذت تستقبل إرسابات فيضية من المرتفعات المجاورة في فترة الجليد البليستوسينية، هذه الفترة التي تراجع البحر أثناءها إلى أقصى مدى له، كان مناخها أكثر رطوبة منه اليوم، ويبدو أن لهذه الإرسابات أثرا في طمس كل ما له علاقة بالرواسب البحرية.

تمثل «حدبة دخان»: حدا جيولوجيا يفصل بين مقعر زكريت وامتداده الجنوبي المتمثل في سبخة دخان الواقع إلى الشرق، وبين مقعر خليج سلوى الواقع إلى الغرب. فمنطقة سلوى - قطر - البحرين - كما وصفها (G. R. Varney) في مقال (P. Kassler 1973 p.17) بأنها عبارة عن مركب بنيوي يتفق مع اتجاه التراكيب العريية ذات المحاور الشمالية - الجنوبية، و«مقعر خليج سلوى» الذي يمثل جزءا من هذا المركب البنيوي، تجمعت فيه رواسب البليوسين، فتأثرت بحركات الرفع الرأسية والضغط الجانبية التي شكلت التواءات زاجروس، فأنشئت إلى أسفل وبالتالي احتله المسطح المائي لخليج سلوى، ربما حدث هذا في نهاية النصف الأول من البلايستوسين، والتي أصبحت قطر على إثره جزيرة، ويلاحظ أن مقعر خليج سلوى انحرف بدرجة خفيفة عن مساره المعروف ليصبح شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا ففصل ساحل الأحساء عن شبه جزيرة قطر، كما حال دون اتصال البحرين بكل من قطر والساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب.

وربما كان مقعر سلوى الذي يرتكز على محور عام شمالي غربي - جنوبي شرقي أكثر امتدادا مما هو عليه الآن، وأن ذراعا منه قد توغلت جنوبا لتشمل منطقة



السبخات الواقعة في جنوب قطر، كما أن «مقعر خور العليد» المتزامن مع مقعر سلوى في النشأة والمختلف معه في الاتجاه [بغض النظر عن البحيرة الشمالية التي تكونت بفعل الإذابة الكارستية (نبيل إمباي ١٩٨٢ رقم ٤٧ ص ٢٠)] يرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، قد ساهم مساهمة فعلية في مراحل مبكرة بالاشتراك مع ذراع مقعر سلوى في فصل شبه جزيرة قطر عن شبه جزيرة العرب، ويعتقد بأن هذا الوضع قد استمر حتى وقت متأخر من الحقب الرباعي، عندما أخذ البحر في الانحسار عن تلك المناطق مخلفا وراءه رواسب كلسية ورمالا بحرية أو ربما ارتفعت عن مستوى سطح البحر على إثر حركات محلية رافعة أدت إلى ربط الرسغ القطري بكتلة الجزيرة العربية.

أما «خور الخور وخور الذخيرة» فإنهما عبارة عن تقبين لطيفين تعرضا للهبوط باتجاه اليابس (نبيل إمباي ١٩٨٤ رقم ٧٠ ص ٣٢، ٣٣)، ويشرفان بحواف صخرية على مياه الخليجين، هذه الصخور كما أشرنا سابقا تتمثل فيها تكوينات الرس العائدة للإيوسين الأسفل تكتنفها تكوينات الدمام (الإيوسين الوسط)، ويبدو أن عوامل النحت والتعرية بواسطة الرياح والمياه الجارية وعمليات التفكك والتحلل عملت معا على تآكل تكويناتهما الصخرية وخاصة الأجزاء الوسطى من التقبين فأزالتهما ومن ثم تحولتا إلى مقعرين، أو ما نطلق عليه انقلابا تضاريسيا Inversion of Relief، وبالتالي غمرتها المياه عندما ارتفع مستوى سطح البحر في البلايستوسين، ثم توالى عمليات التشكيل أثناء فترات الغمر والخسر البحريين التي تميزت بها فترة البلايستوسين - الهولوسين، وما زالت مستمرة حتى الآن.

(ب) الصدوع، Faults

ليس ثمة ما يشير إلى وجود ظاهرات انكسارية أو عيبية واضحة المعالم، قد تؤدي إلى تفسيرات أكثر تعمقا، فثنية قطر التحدية تتميز ببساطة تركيبها، وانحدارها التدريجي الذي لا يمكن تمييزه على أية حال، ولم يذكر كافيليه (Cavelier 1970) وجود انكسارات أو صدوع على السطح في شبه الجزيرة القطرية، ولكن الذي يثير الانتباه، التغير المفاجئ في محور حلبة دخان بالاتجاه نحو الجنوب، وتراص خطوط الكنتور التي يصعب تمييزها، ربما تكون مؤشرات

لوجود أنظمة الصدوع انتابت تكويناتها، وأشار هنسون (Hinson 1952, p133) إلى وجود فالق عظيم يتركز في الأعماق نتج عنه زحزحة الطبقات الصخرية السفلية بسبب ضغوط جانبية، وقد أوضح كاسلر (Kassler 1973 Fig. 4) على خريطة بنيوية لحوض الخليج العربي وجود انكسارات تحف بحدبة دخان وبجانبها مقعر سلوى، وأن رمية الفوالق باتجاه هذا المقعر. كما تشير بعض مكاشف الطبقات Outcrops التي تأثرت بفوالق متوازية ومتقاربة & Parallel Closely-Spaced ذات الاتجاهات الشمالية - الغربية أو الشمالية الشمالية - الغربية، بأنها تتخذ امتدادا طويلا في هذا الاتجاه. ومن المحتمل أن تكون عوامل التعرية التي تسببها الرياح قد طمست معالمها، فأضحت غير واضحة خاصة على الصور الجوية.

(ج) المفاصل والشقوق Joints and Fissures

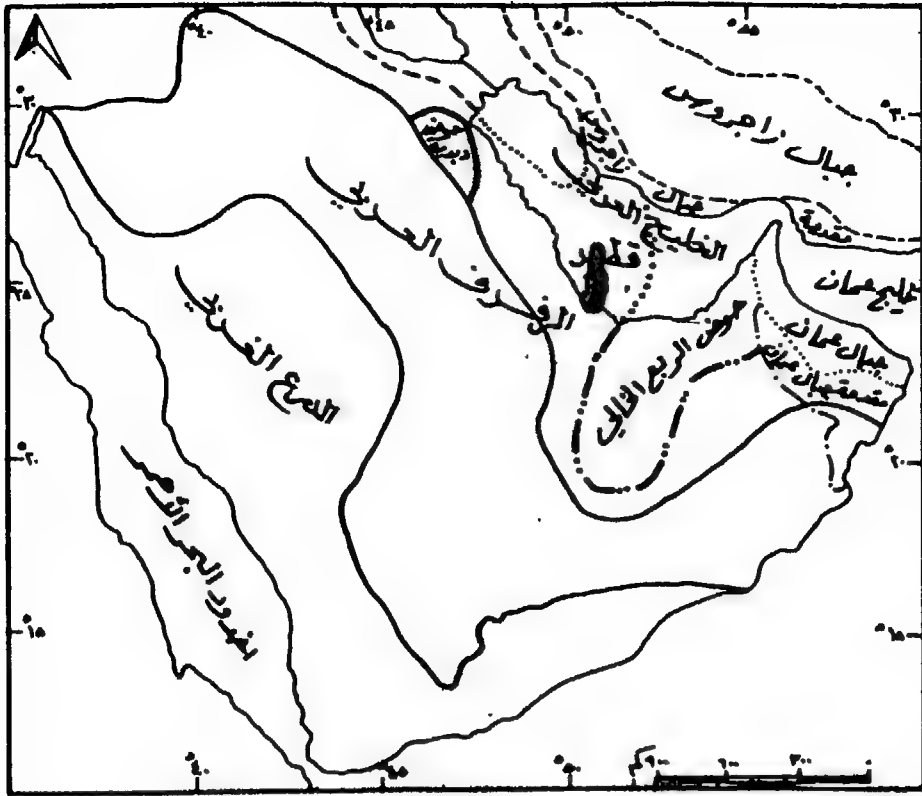
تتخذ بعض مظاهر السطح - كما تشير إلى ذلك مجموعة الخرائط الطبوغرافية والأطلس الجيولوجي لقطر ومرتبات الفضاء والصور الجوية - أنماطا خطية متباينة الاتجاهات والمحاور، ومختلفة المواقع والتوزيع، وهي انعكاسات صادقة للتركيبة البنيوية التي تتميز بها صخورها بما تحتويه من المفاصل والشقوق ذات النمط الطولي، ومؤشرات تفسر تجاوب الصخور مع عمليات التسرب السريعة لمياه الأمطار (خريطة رقم ٢-١١).

رابعا: التطور الجيولوجي Geological Evolution

لعل قطر من الدول التي شهدت تطورا جيولوجيا شأنها في ذلك شأن شبه جزيرة العرب، خاصة جانبها الشرقي المعروف بـ «الرفرف العربي» Arabian Shelf (خريطة رقم ٢-١٢)، ونعني بالتطور الجيولوجي دراسة التأريخ الجيولوجي لأراضي هذا الجزء من منطقة الخليج العربي، من حيث: النشأة، والتكوين، والتغيرات المناخية التي تعرضت لها المنطقة على مدى عمرها الجيولوجي.

١- القسم الأول من تاريخ قطر الجيولوجي

ما من شك في أن فترات التأريخ الجيولوجي القديم للمنطقة (الزمن الأول والثاني) كانت تشهد تغيرات في مناسيب البحر طغيانا وانحسارا، وتراكم تكوينات



تم إعداد الخريطة من قبل هيئة المساحة الجيولوجية العربية، ١٩٧٠ م

شكل رقم (٢ - ١٣)

خريطة الدرع والرصف العربي

رسومية وإزالة أخرى، وهذا كله لا يفسر ولا يعطي نتائج إيجابية بشأن الصور التضاريسية للمنطقة عامة ولشبه جزيرة قطر بصفة خاصة. ويعني ذلك أن النتائج الحقيقية لواقع شبه جزيرة قطر هي التي تمخضت عنها أحداث الزمن الجيولوجي الثالث، وربما كان النصف الثاني من الزمن الثاني هو الذي شهد البداية الفعلية لكل ما يتصل بخلق الواقع المادي لشبه جزيرة قطر، والصورة التضاريسية التي تشكل ظاهرها.

تعتبر شبه جزيرة قطر - في الأصل - جزءا من الدرع العربي Arabian Shield وعلى وجه التحديد قسمه المتحرك الذي يشكل الرصف العربي، وتمثل رصيفا داخليا Interior Platform له خصائصه التي ينفرد بها عن غيره بحكم موقعه من الرصف العربي، ستوضح أثناء دراستنا التفصيلية لشبه جزيرة قطر. فعلى

مدى عصور الزمن الأول بقيت الحفر الحوضية التي تشمل الرفرف العربي بما فيها قطر جزءاً من قاع البحر القديم فاستقبلت بفعل هذا الطغيان رواسب قارية من الدرع العربي تتمثل في جزيرتي حالول وشراعوه وتنتمي لتكوينات هرمز، ورواسب تعود إلى العصر البرمي وتنتمي لتكوينات الحف المثلثة في أعماق منطقة دخان وفي حقل غاز الشمال.

تابع بحر تشس طغيانه المستمر على الرفرف العربي فاستقبلت المناطق المغمورة في النصف الأول من الزمن الثاني رواسب تتكون من فتات قاري ذات قوام طمي رملي تتخللها راقات من الدولومايت تنتمي للعصر الترياسي الأدنى. في حين اختلف الحال في الترياسي الأوسط حيث سادت رواسب جيوية وطينية مختلطة بطبقات من الأنهيدرايت Anhydrite، مما يشير إلى وجود بيئة بحرية ضحلة ساعدت على إتمام عملية الإرساب آنذاك.

بدأت حركات الرفع الأرضية في أواخر الترياسي، الأمر الذي تمخض عنه اختلال في عمليات الترسيب، وأثر على طبيعة سمك الطبقات ونوعيتها، فهي تتمثل في الحجر الجيري والطين الصفحي وقليل من الرمال وتنتشر على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر في منطقة دخان (تحت السطح)، بينما لا أثر لها في وسط وشرق قطر؛ لأن محور تركيب قبة قطر الرئيسية يتجه من الشمال إلى الجنوب، وفي «الجوراسي» شهدت المنطقة نشاطاً ترسيبياً شمل رواسب جيوية، وجيوية طينية دقيقة الحبيبات تعلوها رواسب جيوية ورملية وجبسية وأنهيدرايت، وهي جميعاً طبقات حاملة للزيت وعلل أعماق تتراوح ما بين ٦٣٠٠-٨١٠٠ قدم (Oil Industry In Qatar 1972, P.15).

انتاب الأراضي القطرية ضمن الرفرف العربي هبوط في الفترة الممتدة من أواخر العصر الجوراسي حتى العصر الكريتاسي الأسفل، فغمرتها مياه بحر تشس، كانت نتيجته تراكم طبقتين من الرواسب، يؤلف الطين الصفحي المختلط بالحجر الجيري والدولومايت وفرشات من الرمال الطبقات السفلية، بينما يشكل الحجر الجيري الطبقات العلوية، وتتمثل في سودا نيل بالطرف الجنوبي الأوسط لقطر.

حدثت في الكريتاسي الأعلى حركات تكتونية عنيفة بسبب ضغوط جانبية شديدة، أدت إلى تعرض المنطقة لظاهرة الاندفاع إلى أعلى، فانكشفت رواسب



الكريتاسي الأسفل والأوسط لفعل عوامل النحت والتعرية، الأمر الذي أدى إلى انطباع ظاهرة عدم التوافق Unconformity في التتابع الطباقى بين الكريتاسي الأوسط والأعلى. وفي أواخر الكريتاسي استقبلت الأراضي القطرية التي ما زالت تقع آنذاك ضمن منطقة بحرية ضحلة رواسب من الحجر الجيري وقليلًا من الدولومايت والصلصال والطين الصفحي المنتمي لتكوينات العرمة Arauma، واستمرت عمليات الغمر البحري إلى عصور الزمن الثالث.

٢- القسم الثاني من تاريخ قطر الجيولوجي؛

يمكن أن نميز في هذا القسم بين فترتين مختلفتين، تشمل الفترة الأولى عصور الزمن الثالث، فيما نعالج في الفترة الثانية التغيرات الرباعية لمستوى سطح البحر، لما لهذا الجانب من دور في التفسير الجيومورفولوجي للظواهر التضاريسية، لكونها مرتبطة بالتغيرات المناخية، هذه التغيرات لها علاقة بسيادة عمليات النحت والتعرية أو الترسيب بالمياه الجارية أو السيلية Torrential من جانب، أو بتراجعهما لسيادة الجفاف ومن ثم تعرض المنطقة للعمل الريحي سواء أكانت هدمًا أم بناء من جانب آخر، مع عدم إغفال دور الحركات التكتونية.

(أ) الفترة الثلاثية: Tertiary Period

اتصفت هذه الفترة بأحداث جيولوجية رسمت الصورة الحقيقية لشبه جزيرة قطر، وبدأت تتضح معالمها بحيث تم اتخاذها أساسًا للتتابع الطباقى (كما فعل كل من كافيليه وعبد الله صلات أثناء معالجتهما لجيولوجية قطر)، وفيما يلي دراسة لأهم الأحداث التي سادت المنطقة بما فيها قطر أثناء عصورها الجيولوجية، وأثرت إيجابًا أو سلبًا على تكويناتها، والظواهر السطحية التي تمخضت عنها.

كانت قطر في عصر الباليوسين Paleocene تقع ضمن منطقة بحرية ضحلة استمرت منذ نهاية الكريتاسي، فاستقبلت رواسب عزاها كافيليه في قطاعاتها الدنيا إلى تكوينات العرمة، وفي قطاعاتها العليا إلى تكوينات أم الراضومة التي استمرت في التشكل حتى أوائل الإيوسين، وتماثل مع تكوينات البُصَيْر Al-Bussayir Formation، وهي لا تنكشف على السطح، وإنما تشكل القاعدة التي ارتكزت عليها تكوينات الرس أولى الرواسب في العاود الجيولوجي.

وفي عصر الإيوسين Eocene (خريطة رقم ٢-١٣) استمر البحر في طغيانه على شبه الجزيرة القطرية، بيد أن مستوياته كانت تختلف من منطقة إلى أخرى، إذ تشير إرسابات الإيوسين الأسفل التي تتسبب إلى تكوينات الرس وتعلو تكوينات أم الراضومة أن سماكاتها تتفاوت ما بين (٢٠) مترا في الأجزاء الشمالية، (١١٠) مترا في الأجزاء الجنوبية الغربية، في حين يقل سمكها في المملكة العربية السعودية باتجاه الغرب ليصل إلى (٥٦) مترا، بينما يبلغ في جزيرة البحرين (٦٧) مترا، وهذا يعني - كما أشرنا سالفًا - إلى اختلاف مستوى البحر، وطول الفترة التي استمر في طغيانه عليها قبل أن ينحسر، ومدى عمق المنطقة وكميات الرواسب التي تم ترسيبها كما هو الحال في الأجزاء الجنوبية الغربية، أو ربما انحسرت المياه عن بعضها الآخر - بزمان - فتعرضت من ثم لعمليات النحت التي أزال جزءا من إرساباتها، فبدت كما هو الحال في الأجزاء الشمالية. أما في الإيوسين الأوسط فقد غمرت المياه معظم شبه الجزيرة (يستثنى من ذلك مناطق انكشاف تكوينات الرس)، تخلّفت عنها تكوينات الدمام التي تشكل ٢٨٪ تقريبا من سمك القطاع الجيولوجي الراسي للفترة الثلاثية، وإذا ما أضفنا إليها تكوينات الإيوسين الأسفل فإنهما يشكلان معا ٤٥٪ تقريبا، وتشير الأبحاث الجيولوجية بوجود توافق طباقى Conformity وحفري Palaeontology بين تكويناتهما، الأمر الذي يؤكد على استمرارية الغمر البحري، رغم اختلاف نوعية الرواسب، وتفاوت سماكاتها، والتباين في بعض خصائصها.

أما فيما يتعلق بعصر الإيوسين الأعلى، فيبدو أن رواسبه لاوجود لها ضمن التابع الطباقى لقطر، شأنها في ذلك شأن رواسب الأوليجوسين Oligocene، ويدل ذلك على سيادة فترة زمنية بدأت من نهاية الإيوسين الأوسط حتى بداية عصر الميوسين توقفت أثناءها عمليات الترسيب، ويعزى ذلك إما إلى التراجع السريع لمياه البحر في نهاية الإيوسين الأوسط نسبيا، أو إلى تعرض المنطقة لإجهادات تكتونية Tectonic Stresses أدت إلى ارتفاعها، الأمر الذي يقودنا - بدون تردد - إلى إسقاط حقبة الباليوجين Paleogene في أدواره العليا من التابع الطباقى لقطر. وفي نفس الوقت سادت المنطقة ظروف المناخ الجاف مما أدى إلى تعرض الطبقات الصخرية لعمليات التبلور، كما ساهمت عوامل النحت والتعرية في إزالة طبقات من الحجر الجيري والدولومايت المتسبة لعضو أبروق.



عاد البحر الميوسيني The Miocene ليغطي الشواطئ الغربية للخليج العربي الحالي، ومن المحتمل أن أجزاء من شبه جزيرة قطر وخاصة الغربية منها والجنوبية الغربية كانت ما تزال تقع ضمن البحر الميوسيني، ويؤكد هذا الافتراض على ترسيب غطاءات بحرية ميوسينية تنتمي لتكوينات الدام، وتماثل تكوينات الفارس في إيران Lower Fars Series، وتشير طبيعة الإرسابات - التي تتركز بلا توافق على تكوينات الإيوسين الأسفل والأوسط - إلى أن البيئة البحرية التي كانت سائدة وقتذاك تتميز بدفء مياهها وضحولتها، وأن المناخ كان جافا نسبيا.

وفي عصر البليوسين الذي يمثل آخر عصور حقبة النيوجين Neogene، كانت شبه جزيرة قطر في كثير من مناطقها التي تعلو مستوى البحر آنذاك تقريبا بعيدة عن طغيانه، إما بسبب امتلاء الأحواض والمخاضات Shallows، أو نتيجة لحركات تكتونية، فأضحت قطر عبارة عن مناطق حسر Emerged، وربما يكون هذا الوضع قد استمر حتى البليوسين الأعلى، مع استمرار سيادة ظروف المناخ الحار وشبه الجاف، بمعنى أن تغيرات بدأت تسود المنطقة في نهاية البليوسين وخلال الفترة الرباعية، الأمر الذي يدعونا إلى الوقوف عليها، لمعرفة وضع شبه جزيرة قطر من هذه التغيرات.

(ب) الفترة البليوسينية - البلايستوسينية: The Plio-Pleistocene Period

يبدو أن حركات ما قبل البليوسين هي التي شكلت الظواهر الطبوغرافية لشبه جزيرة قطر، وأن الحركات التكتونية وعمليات الإرساب اللاحقة اقتصر دورها على تجديد صباها والتعديل في أشكالها السطحية، رغم أنها طمست (كما أوضح P. Kassler 1973 p.17) في المنطقة العربية للخليج، كثيرا من الملامح الطبوغرافية الناتجة عن حركات ما قبل البليوسين.

في نهاية البليوسين اقتربت الظواهر الطبوغرافية (P. Kassler 1973, p.23) من شكلها الحالي، وكان مستوى سطح البحر آنذاك يرتفع بمقدار (١٥٠+) مترا عن مستواه الحالي، وهذا ما أشار إليه كل من (Holm 1960) في العربية السعودية و (Fairbridge 1961)، ويعني ذلك أن جميع أراضي شبه جزيرة قطر الواقعة دون (١٥٠) مترا كانت تغمرها مياه البحر البليو - البلايستوسيني، علما بأن



أقصى ارتفاع لسطحها لا يزيد على (١٠٣) متراً فوق مستوى سطح البحر الحالي .
ولكن السؤال الذي يطرح نفسه: ما أنواع الرواسب التي تخلفت عن هذا الغمر
البحري؟ وأين؟ .

لعل الإجابة عن هذا التساؤل تقودنا إلى القول بأن الرواسب التي خلفتها هذه
الفترة تنتمي إلى مجموعتين من الرواسب: المجموعة الأولى وتمثلها تكوينات الحجر
الرملي الجيري، والرواسب الشاطئية والسبخات، وتنتشر على طول السواحل
القطرية، فالتكوينات تمثل الإطار الخارجي القديم لخط الساحل، وتتمشى مع
الشواطئ البحرية القديمة، بينما تمثل الرواسب الشاطئية والسبخات خطوطاً للشواطئ
أحدث عمراً (راجع شكل رقم ٢-١٣)، وكلاهما من بقايا فترة الغمر البحري
البليو-البلايوسينوسين ظهرت على السطح بعد أن انحسرت مياه البحر
البلايوسينوسيني عن مناطق انتشارها، إذ لم تتم عملية التراجع هذه إلا تدريجياً قد
تستغرق آلاف السنين، فترسبت التكوينات في مرحلة متقدمة وانكشفت على
السطح، بينما تخلفت الرواسب في مراحل متأخرة وشكلت مواقع السبخات الحالية .

أما المجموعة الثانية: فهي إما أن تكون محلية كرواسب الطين والطيني
والجروول شكلتها عمليات النحت الريحي والسيول، وألفت بها في المناطق الحوضية
والمنخفضات، وذلك أثناء الأدوار الفاصلة بين فترات الغمر والاحسر البحري،
وإما أن تكون منقولة كتلك التي تتمثل في تكوينات الهفوف، فهي كسابقتها
عبارة عن رواسب قارية نهريّة، تتكون من الحصى والطين المختلط بالطين الجيري،
وقد انتقلت إلى مواقعها الحالية إثر توافر ظروف ساهمت في ذلك منها: أن
السهول الساحلية في الجزيرة العربية - كما أشار (Holm 1960 and Powers
1966) كانت تنحدر باتجاه الشمال الشرقي، عندما كان مستوى البحر عالياً، والمناخ
رطباً، وخليج سلوى الحالي ما برح أرضاً يابسة (أوائل البلايوسين)، فنقلت
الأودية التي كانت تنحدر من الدرّج العربي غطاءً من الحصى الفيضي الخشن،
مصدره قلب الجزيرة العربية إلى السهول الشرقية في السعودية، ثم عبر الموضع
السابق لخليج سلوى، فقطر، ومن ثم إلى الجزء الغربي لأبو ظبي .

وتتكون هذه الرواسب من الكوارتز، ومن بعض الصخور النارية مثل
الجرانيت والبورفيرى والبازلت، والرسوبية مثل الحجر الجيري والرملي

والرصيص، وأنواع من الطين، ولنا هنا ملاحظة وهي أن الصخور النارية - كما أشرنا سابقا - لا وجود لها بين الصخور السطحية لشبه جزيرة قطر، مما يؤكد على أن مصدرها الدرع العربي، وأن الأشكال المستديرة وشبه الحادة للمنقولات الحصوية، تشير إلى أنها ليست محلية الأصل، وإنما نقلها نظام نهري قديم إلى مواقعها الحالية في غرب وجنوب شبه جزيرة قطر. وتوحي نقاط الارتفاعات (U.S.G.S. 1961) بأن الغطاء الحصوي هذا قد تمت تسويته إلى مستوى سطح البحر الذي بلغ ارتفاعه آنذاك (+٩٠) مترا. وأن عملية نقل الحصى تلتها حركة هبوط Subsidence لمنطقة خليج سلوى، وذلك على طول نطاقات الكسور التي تحيط بهوامشه.

يتضح من خلال الإجابة التعليلية هذه، أن سطح قطر باستقباله مجموعة الرواسب القارية كان في تلك الفترة بعيدا عن طغيان البحر (يستثنى من ذلك بعض الهوامش الساحلية)، وذلك إما لارتفاع السطح عن مستوى البحر الذي بلغ (+١٥٠) مترا آنذاك، لأن قطر - كما سبق أن أوضحنا - عبارة عن رصيف بحري تميز بموقع يعلو المناطق المجاورة التي تمثل المناطق الحوضية من الرفوف العربي، وإما لتأثره بدرجته أكبر بحركات الرفع التكتونية التي تعرضت لها المنطقة، وهذا هو الأرجح؛ لأن قطر أضحت في البلايستوسين الأوسط عبارة عن جزيرة بعد أن هبطت منطقة خليج سلوى فغمرتها المياه، تميزها مدرجات يتراوح ارتفاعها ما بين (٣٠-٥٠) مترا عن مستوى سطح البحر حينذاك (Kassler 1973 Fig. 3)، إضافة إلى كميات الرواسب التي لفظها البحر أثناء طغيانه أو نقلتها عوامل النحت من رياح وسيول مائية.

(ج) فترة البلايستوسين والحديث: The Pleistocene & Recent Period

أخذ منسوب سطح المياه في الخليج العربي منذ بداية البلايستوسين في الانحسار والتراجع، بدليل وجود أرصفة بحرية عند مستويات متباينة، وأودية نهريّة غارقة، بمعنى أن استقرارا تكتونيا إقليميا ساد منطقة الخليج، بغض النظر عن الحركات المحلية، وإذا أدى تذبذب مستوى سطح البحر إلى تخلف مجموعة عالمية من المدرجات، ففي منطقة الخليج العربي كما أشار (حسن أبو العينين ١٩٨٦ ص ٣٥) وخاصة الجانب الغربي منه لم يشاهد الباحثون مجموعات كاملة منها،



وعزى ذلك إلى استواء السطح وقلة تضرسه، وانتشار الرواسب السطحية في القسم الشرقي من الجزيرة العربية.

استمر البحر البلايستوسيني في التراجع خلال فتراته الجليدية حتى بلغ أقصى انخفاض له (-٦٢) قامة (-١٢٠) مترا (P. Kasser 1973 P. 24) أثناء فترة فيرم Wurm، أي منذ ما بين (٧٠٠٠-١٧٠٠٠) سنة قبل الميلاد (Fairbridge 1966)، خلق هذا الوضع تفريغا كاملا للخليج من مياهه التي تراجعت حتى مضيق هرمز، فأضحى الخليج عبارة عن واد نهري كبير ينقل مياه دجلة والفرات مباشرة إلى خليج عمان عبر مضيق هرمز، وقد استشهد (M.S.Thornton) على انحسار المياه من الخليج بفحص عينات من الحجر الجيري البلايستوسيني أخذت من حفر جوفية على عمق (٣٧) مترا، حيث تبين له أنها خضعت للغسل (التصويل) Leaching. ومع تراجع البحر، تعرضت قطر ومنطقة الخليج لفترة مناخية مطيرة، ترتب عليها نشوء مجارى مائية وأودية جديدة، وتجدد نشاط الأودية القديمة، فنشطت بالتالي عمليات النحت والتعرية، الأمر الذي ساعد على تعميقها، وتراكم الرواسب الغرينية والمجروفات، ومن ثم تكوين سهول فيضية ترسيبية عند مخارج الأودية.

عاد البحر في طغيانه ليملاً حوض الخليج جزئياً Partial return بُمياهه أثناء فترة فيرم الجليدية، حدثت هذه العودة حسب افتراض (Fairbridge 1961) منذ ما بين (٤٥٠٠٠-٣٠٠٠٠) سنة ق م، بينما قدرها (Curry 1961) إلى ما قبل (٢٥٠٠٠) سنة ق م، بلغ مستوى البحر خلالها (-٤٠ م)، (-١٥ م) على التوالي، ويبدو أن هذه التقديرات تتطابق مع فترة الفيرم الأوسط الواقعة بين فترتين جليديتين Mid-wurm Intertidal، إلا أن كيوري عزز وجهة نظره هذه، بعينة من الحجر الجيري أخذت من منطقة «أم جرس» Umm al-Garse شمال شرقي قطر، وعلى عمق (٢٢) مترا، حيث أوضح بعد فحصها بكاربون ١٤ المشع، أن عمرها يعود إلى ما قبل (٢٦٧٠٠) سنة ق م، وأن شاطئاً مرفوعاً في جزيرة حالول كما لاحظ (G.L.Nicol) يعلو بمقدار (٣٥) مترا، ويعود في عمره إلى أكثر من (٣٢٧٠٠) سنة ق م، ويتفق هذا التاريخ تقريبا مع ما توصل إليه كيوري، بيد أن (G.L.Nicol) استخلص بأن الشواطئ المرفوعة ما هي إلا نتيجة للاختراقات

المحلية، وليست بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر في تلك الفترة. وهذا يعني أن الشواطئ التي برزت أثناء فترة الجليد القصوى ليس من الضروري أن تعزى في مجملها إلى تفهقر مياه البحر، ولكن ربما كان للحركات المحلية، أو الاختراقات الملحية نصيب في تشكيلها.

وهناك شواهد كثيرة من الشواطئ المرفوعة (على سبيل المثال) على الساحل الغربي والجنوب الغربي لشبه جزيرة قطر، وخاصة في شبه جزيرة أبروق، ومنطقة دخان، ومن المحتمل أن ينتمي بعضها إلى أرصفتة نحائية Erosion Platforms، وهي سطوح قطعها البحر أثناء فترات توقف ارتفاع مستواه، بحيث تتفق مع متوسط مستوى المد المنخفض آنذاك، تظهر مقدماتها الصخرية التي ما تزال مغمورة بالمياه واضحة حول محيط رأس شبه جزيرة أبروق، وأمام رأس عوينات وعشيرج ورأس ركن، واعتبر (Houbolt 1957) أن هذه السطوح عبارة عن سهول مزدوجة In Paris، بمعنى أن هناك مستويات مؤقتة تغطيها تراكمات بحرية A Surface of Accumulations، ومستويات نحائية بحرية النشأة توجد على اليابس A Surface of Marine Abrasion، يفصل بينها خط شديد الانحدار يطلق عليه «خط الشاطئ الحفري Fossil Coastline».

ومن الجدير بالملاحظة، أن رواسب الكشبان الرملية الملتحمة بمواد كربونية Carbonate-Cemented Sand Dunes، تتراوح في عمرها وفق تقديرات (Skipwith 1973, p.144) ما بين (٣٠٠٠٠-٢٠٠٠٠) سنة ق م، فقد أطلق عليها تعبير رواسب الميليوليت Miolite التي تحتوي - علاوة على المادة الكربونية اللاحمة - على حطام صدف بحري Shelly Debris، وسرنيات Ooliths أعيد تشكيلها Re-Worked بفعل الرياح السائدة التي أضفت عليها النمط الطباقى، وتنتشر بشكل واضح في جنوب قطر.

ويعتقد بأن الرواسب الرملية هذه، انتقلت من العربية السعودية خلال هذه الفترة التي تميزت بمراحل توقف وثبات، عبر منطقة سلوى التي تفرغت من المياه أثناءها، إلى شبه جزيرة قطر حيث استقر بعضها، ومنها إلى أبو ظبي، ويدعم هذا الاحتمال بعض المؤشرات المتمثلة في أرصفتة بحرية ضحلة، تقع إلى الشرق من

قطر، خاصة شطوط اللؤلؤ العظيمة، فضلا عن الرواسب الكربونية الحالية لخليج سلوى التي تعلو الرمال الكوارتزية المفككة Uncemented، فإذا صحت هذه الافتراضات، فإن الكثبان الرملية المتبقية على السطح والتي يميزها جناح Flank جنوبي شديد الانحدار، تتفق مع الرصيف (-١٠) قامة أي (١٨) مترا، وهي بعينها قطعها أثناء فترة توقف لاحقة الرصيف (-٥) قامة أي (٩) أمتار، ويقودنا هذا الربط إلى أن تأريخ هجرة الكثيب الرملي الأخير عبر خليج سلوى كما ذكر (E.A.Shin 1973)، ينحصر فيما بين (٨٠٠٠-٧٠٠٠) سنة ق م.

استمر البحر بعد فترة فيرم الأوسط بالارتفاع التدريجي، أي قبل نحو ما بين ٢٠٠٠٠-١٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وأنه وصل إلى مستواه الحالي قبل حوالي ٥٠٠٠ سنة (P.Kassler 1973 p. 27)، وذلك في سلسلة من الموجات السريعة المتقدمة Rapid Advances، كانت تفصلها فترات توقف Stillstands (شبه ثبات) عند مستويات (-٤٠م، -١٥م)، كما أشرنا سابقا، هذا الارتفاع عرف بالطغيان الفلاندري Flandrian Transgression، غطى البحر أثناءه مساحات شاسعة من منطقة الخليج، وخاصة خليج سلوى، ويستدل على عمليات الارتفاع التدريجي لمستوى سطح مياه الخليج، وطغيانه على اليابس المجاور وعلى شواطئه القديمة، من انتشار الحواجز المرجانية المغمورة في شرق وجنوب شرق وشمال غرب قطر، وخاصة عند كل مرحلة ارتفاع في منسوبه، كما تشير الرواسب السريعة ذات النسيج الخشن Coarse-Grained Oolitic التي تعود في عمرها إلى ما بين ١٠٠٠٠-١١٠٠٠ سنة ق م (P. Kassler 1973 p.22)، ورواسب الطين الأراجونائي Aragonitic Mud (راجع ص ١٢٢) - والمتمثلة جميعها في خليج سلوى ومناطق انتشار السبخات - على حدوث فترات كانت تتوقف خلالها حركات تقدم المياه نحو الشواطئ القديمة.

من أهم الملامح الرباعية، خاصة الفترة الواقعة بين (١٠٠٠٠-٥٠٠٠) سنة ق م خليج سلوى الذي يحدد تأريخ منقولات حصى الأودية الرباعية القديم، والكثبان الرملية من العربية السعودية إلى قطر فأبو ظبي، وقد أوضح (G.R.varney) بأن حافة البحرين ربما ارتفعت أثناء هذه الفترة، بدليل أن الأرضفة البحرية الهولوسينية ضمن خليج سلوى ترتفع إلى (-١٠، -٥) قامة أي ما بين

(١٨، ٩م)، وتشير الملامح الحالية لحافة البحرين أن البحر أثناء ارتفاع مياهه في الهولوسين لا يمكن أن يتوغل في منطقة خليج سلوى القديمة، إلا إذا بلغ منسوبه ضمن حدود هاتين القيمتين على أقل تقدير، ويعتقد بأن الرصيف الذي يقع عند منسوب (١٨م)، يعود في عمره إلى (٨٠٠٠) سنة ق م، والرصيف الذي يرتفع (٩م) يرجع إلى حوالي (٦٠٠٠) سنة ق م.

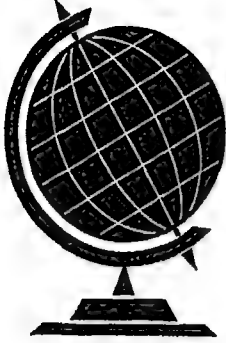
وفي نهاية فترة البلايستوسين - الهولوسين، أي منذ حوالي (٨٠٠٠-٧٠٠٠) سنة ق م حدثت هجرة هولوسينية لآخر كتيب رملي عبر منطقة يحتلها حاليا خليج سلوى، فلتن صحت تقديرات (E.A.Shin 1973) السابقة، فإن هذه الهجرة الأخيرة تتفق وتأريخ الرصيف الذي يرتفع (١٨م) في خليج سلوى، ويرجع بأن أجزاء من منطقة خليج سلوى كانت ما تزال بعيدة عن الغمر الكلي بمياه البحر وقتذاك، انسجاما - من ناحية - مع فترات التوقف التي كانت تتخلل فترة فيرم الجليدية، أو استجابة - من ناحية ثانية - للانسداد الهولوسيني Blockage لخليج سلوى بسبب حركة رفع حافة البحرين من جانب، وعمليات إرساب من جانب آخر (Kassler 1973 p.22)، وهو تأكيد لما ذكره (G.R.Varney) من تعرض المنطقة لحركة رفع محلية.

وتبعا لاستمرار تعرض كتلة الجليد الهائلة في العروض الباردة للذوبان، ارتفع مستوى سطح البحر في الخليج عن منسوبه الحالي خلال فترتين متعاقبتين حسب ما أشار (حسن أبو العينين ١٩٨٦ ص ٤٢)، بلغ ارتفاع المياه في الأولى (٧م) ووصل منسوب المياه في الثانية رسي أحدث (٣م)، ويلاحظ أن الفترة الأولى تتفق مع فترة تكون المدرج الفلاندري الهولوسيني Flandrian Transgression of the Holocene (Kassler 1973)، (Abou El Enin 1973). فقد شاهد الباحث على طول أجزاء من السواحل الشمالية الغربية والغربية لشبه جزيرة قطر، خاصة شبه جزيرة أبروق ومنطقة دخان، ومن أمام سواحل مدينة الشمال باتجاه الغرب حتى عسبرج، عددا من المدرجات قطعها الأمواج Wave-Cut Benches وتقع عند مستوى (٣م) فوق مستوى سطح البحر، وتمثل بوضوح في مناطق الجروف الساحلية المطلة على البحر في شبه جزيرة أبروق، وقد أشار (Kassler 1973)



إلى انتشار هذه المصطبة ذات النشأة الحديثة على طول سواحل العربية السعودية والبحرين المطلة على مياه الخليج، وافترض بأن عمرها لا يزيد على (٣٠٠٠) سنة ق م.

كما لاحظ (Johnson 1978, p. 57) بقايا لمصطبة بحرية تقع على طول السواحل الشرقية للعربية السعودية وخاصة في منطقتي رأس تنورة والجبيل، يتراوح منسوبها ما بين (٢-٣م)، وقد تبين له من خلال تحليله للأصداف البحرية Oyster Shells والـ Cardies والـ Pectes بطريقة كربون ١٤ C14 أن عمرها يرجع إلى حوالي (٤٠٠٠) سنة قم، علاوة على ما ذكره (G.Evans 1969) من خلال تحليله لحوالي (٣٦) عينة من رواسب السبخات الساحلية لأبو ظبي بطريقة كربون ١٤، بأن منسوب سطح المياه في الخليج انخفض منذ (٣٧٥٠) ق م، وتراجع عن المناطق التي كان يغمرها مخلفا وراءه مصطبة حديثة تعلو سطح البحر بمقدار (٣م)، ورجَّح كذلك أن الخليج وصل إلى مستواه الحالي قبل حوالي (١٠٠٠) سنة ق م.



الفصل الثالث

جيومورفولوجية شبه جزيرة قطر

أولاً: الأشكال الساحلية.

ثانياً: السبخات.

ثالثاً: الأحواض المغلقة (المنخفضات)

رابعاً: المسل المائية والأودية الجافة.

خامساً: التلال والشواطئ الجيرية وخصائصها.

سادساً: الأشكال الرملية الهوائية.

تبين من دراستنا السابقة لطبوغرافية قطر أن السطح فيها عبارة عن سهل حجري فسيح باهت المعالم، تنعدم فيه التعقيدات التضاريسية إلا ما ندر، ويتميز بانحدارات خفيفة في مجمله، تغطيه مفتتات حصوية متفاوتة الأحجام والأشكال تعتبر محصلة لعوامل التجوية وخاصة الميكانيكية منها، ولهذا يطلق على سطح قطر مورفولوجيا بسطح الحماد الحجرية، والحماد إحدى سمات المناطق الجافة، وقد ساهمت البنية الجيولوجية وعوامل التشكيل الخارجية في نشأة سهل الحماد وتكوينه في شبه جزيرة قطر، فقد عرفنا أن قبة قطر الرئيسية (القوس القطري) تميل على جانبيها ميلا لطيفا مما طبع السطح الأصلي أيضا بانحدارات خفيفة، وأن البنيات المحلية التي لم تظهر آثارها على السطح الأصلي بشكل واضح قد أبرزت حدة دخان على شكل تل طولي له خصائصه المورفولوجية وشخصيته المستقلة.

كما لعبت الصخور الجيرية التي تشكل معظم سطح شبه جزيرة قطر دورا أساسيا في تكوين الحماد القطرية، ساعد في ذلك تفاعل هذه الصخور المتجانسة نسبيا مع العديد من العوامل أهمها: عوامل التجوية والرياح والسيول، ومن ثم تشكلت على سطح الحماد أنواع متباينة في نشأتها كذلك من الظاهرات الجيومورفولوجية، يمكن أن نصنفها تبعا لذلك على النحو التالي: (خريطة رقم ٣-١)

أولا: الأشكال الساحلية. ثانيا: السبخات.

ثالثا: الأحواض المغلقة (المنخفضات). رابعا: المسل المائية والأودية الجافة.

خامسا: التلال والشواهد الجيرية وخصائصها.

سادسا: الأشكال الرملية الهوائية.

أولا: الأشكال الساحلية:

تحتل شبه جزيرة قطر بسواحل طويلة نسبيا بالمقارنة مع سواحل البحرين وبعض الدول العربية، فكان لهذا أثره في توجه السكان نحو البحر واستغلال ثرواته الطبيعية، ولما كانت مساحة شبه الجزيرة تبلغ (١١٧٥٠) كم^٢، وطول ساحلها البحري يبلغ (٦٥٠) كم تقريبا، فإن هذه القيم تعطينا نسبة تساوي (١: ١٨)، بمعنى أن كل (١٨، ١) كم^٢ مساحة يكون نصيبها (١) كم ساحل

من شبه جزيرة قطر، وفي حالة البحرين التي تبلغ مساحة جزرها مجتمعة أكثر من نصف مساحة شبه جزيرة قطر بقليل، فإن أطوال سواحلها تختلف من جزيرة إلى أخرى، فجزيرة البحرين تبلغ مساحتها (١٣٠) كم^٢، بينما يزيد طول ساحلها على (١٦٠) كم، وهذا ما يعطينا نسبة تساوي (١: ٢,٩)، أي أن كل (٢,٩) كم^٢ مساحة يصيبها (١) كم ساحل، وهي بهذا أكثر حظا من قطر، إلا أن نسبة الأخيرة عالية إذا ما قارناها بنسبة بعض الدول العربية، فهي في العراق (١: ١٠٠٠٠)، وفي الأردن (١: ٤٥٠٠).

تتخذ سواحل قطر اتجاهها طوليا شمالي - جنوبي، يتفق مع محور القوس القطري، وقد كان لكل من الحركات التكتونية الرافعة والضاغطة، ومحصلة الرياح الشمالية الغربية الثابتة على مدار السنة، وحركة مياه البحر والأمواج والتيارات البحرية، وكون السواحل الشرقية والشمالية تشرف على مياه الخليج التي تتميز باتساعها وعمقها نسبيا، والسواحل الغربية التي تطل على مياه مقرر سلوى الضحل، أثرها في عمليات النحت والإرساب وتجديد المياه، وبالتالي تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية التي تتباين فيما بينها من ناحية، وعلى طول السواحل الشرقية والغربية من ناحية ثانية.

ولئن كان الساحل القطري يتميز بالبساطة، فهو يعج بالعديد من التعاريج العميقة التي يمكن أن نطلق عليها (التداخلات الساحلية) وتتمثل في ظواهر الدوحات أو الأخوار (الخلجان) التي تبرز منها رؤوس صخرية، ومجموعة من البحيرات الساحلية التي تغطي في كثير من المواقع على المظهر الجيومورفولوجي لسواحل شبه الجزيرة، ويبدو أن الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية وما يرتبط بها من تداخلات مجهرية ما هي إلا نتاج العلاقة المتبادلة بين التركيب الصخري وكل من الحركات التكتونية وعوامل النحت والإرساب البحري اللاتي يتحكم فيها تصنيفا وتوزيعا، ولإدراك هذه العلاقة لابد من التمييز بين الظواهر الناتجة عن عمليات النحت والإرساب، مع الإشارة إلى بعض الظواهر التكتونية؛ لأن لها علاقة بعملية النشأة.

ويمكن تصنيف الأشكال الساحلية إلى التالي:

* التداخلات الساحلية. * أشكال الإرساب البحري.

* أشكال النحت البحري.

١- التداخلات الساحلية: Coastal Intrusions

يكتنف الساحل القطري العديد من التقوسات الساحلية سواء أكانت هذه التقوسات السنة مائية متعمقة في اليابس لبضع كيلومترات، ما زالت على اتصال بالبحر عبر قنوات أو فتحات ضيقة، تميزها أشكال وامتدادات مختلفة، أم أنها رؤوس صخرية بارزة ترتبط بها، وفي كلتا الحالتين تعتبر ذات أهمية كبيرة في حياة السكان، فقد وجدوا في مياهها الضحلة الحماية من غارات البدو وأمواج البحر، واتخذوا من رؤوسها مستقرا لهم، فالمدقق في خريطة قطر يلاحظ أن معظم المستوطنات البشرية التي تنتشر على طول الساحل القطري قامت على الرؤوس والخلجان، ولكي تتضح الصورة نحاول أن نركز من حيث النشأة على أهم التداخلات الساحلية وهي:

* الخلجان: ويطلق عليها الأخوار بشكلها المستطيل، أو الدوحات التي تتخذ شكلا مستديرا، وهي رغم اختلاف المسميات أشكال ذات أصول بنائية، نتجت بفعل حركات تكتونية أو بفعل التعرية، وتنقسم إلى قسمين أساسيين هما:

(أ) الخلجان البسيطة. (ب) الخلجان المركبة.

(أ) الخلجان البسيطة:

يوجد من هذا النوع ثلاثة خلجان تقع جميعها على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، ويمثلها:

١- خليج زكريت. ٢- دوحا أم الماء وأسود. ٣- دوحة ابن رحال.

(١) خليج زكريت:

يقع على الساحل الغربي، ويفصل بين النصف الجنوبي لشبه جزيرة أبروق الذي يمتد على طول ساحله الشرقي، وشبه جزيرة دخان التي تمتد على طول ساحله الغربي، ويلاحظ أن في الإمكان التمييز بين قسمين يتفق الحد الفاصل

بينهما مع أضيق اتساع له، إذ يتركز في قسمه الشمالي على محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي، وفي قسمه الجنوبي على محور شمالي - جنوبي، ويبلغ طوله من خط عرض رأس دخان باتجاه الجنوب في خط مستقيم حوالي (٨, ١) كم، ويتراوح عرضه ما بين (١, ١) كم كحد أدنى، (٢, ٦٥) كم كحد أقصى (خريطة رقم ٣-٢).



شكل رقم (٣-٢) خريطة مورفولوجية لخليج زكريّ ودوحة الحصين

ومن حيث النشأة يمكن القول أن خليج زكريت كتداخل مائي في اليابس القطري عبارة عن النهاية الشمالية لطية مقعرة تزامنت في فترة تكوينها مع حدة دخان التي تقع إلى الغرب منها، وموازية لها في الامتداد الشمالي - الجنوبي، كما أشارت إلى ذلك جميع الدراسات الجيولوجية (Kassler Fig 4, P. 16)، وعلى هذا الأساس فإن خليج زكريت ذو نشأة بنيوية.

أما من الناحية المورفولوجية فهناك اختلاف بين القسمين الشمالي والجنوبي لخليج زكريت، إذ تغلب على القسم الجنوبي الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري، هذه الأشكال ما هي إلا محصلة لحركة المياه المحملة بالرواسب والتي تدفعها الرياح الشمالية السائدة عبر خليج زكريت باتجاه الجنوب، إذ تبدأ عملية الترسيب على الساحل الغربي وخاصة إلى الجنوب من الفرضه Jetty بشكل واضح، بدليل ضعف حركة المياه أو انتشار بعض الشعاب المرجانية في قاعه عند هذا الموقع، ثم تنحصر في شريط على الساحل حتى الجزء الجنوبي الغربي من الخليج حيث تزايد عملية الترسيب بشكل أكثر وضوحا، تقل بعدها باتجاه الشرق والشمال على طول الساحل الشرقي، حتى تلتحم مع إرسابات البداية عند خط عرض بير زكريت، ويعني هذا أن حركة المياه في خليج زكريت تنتظم في دورة تتفق وحركة الرياح في نصف الكرة الشمالي، فتتبع الساحل الغربي ثم تتجه نحو الشرق مع الساحل الجنوبي فالشمال مع الساحل الشرقي، إلى أن تخرج من الخليج.

من هذا العرض يتبين لنا أن هناك أشكالا ساحلية متنوعة منها:

* الشطوط الرملية: Sand Banks يلاحظ أن هذه الشطوط تلازم خط الساحل وتوازيه، وتتفاوت تبعا لظروف إرسابها اتساعا وانحسارا، فنجدها تتسع في حالة تزايد انتشار الصخور المكونة للشعاب المرجانية، أو ضعف حركة المياه كما هو الحال إلى الجنوب من الفرضه (شكل رقم ٣-٣) حيث تمتد الشطوط عرضيا إلى حوالي (٩٠٠م)، أو تغير اتجاهها وخاصة في الجنوب الغربي للخليج، بعرض قد يصل محوريا أي شمالي شرقي - جنوبي غربي إلى (١,٢) كم، في حين تمتد الشطوط الرملية على طول الساحل الشرقي في وضع غير متماثل، حيث يتقلص العرض أمام الرؤوس الصخرية البارزة إلا في حالة ما إذا تواجدت الشعاب



فهرية مورفولوجية للقسم الجنوبي خليج زكريت

* الحواجز والألسنة الرملية: وتظهر فقط على الساحل الشرقي، وهي متصلة باليابس وتبدو هلالية الشكل، ويتراوح عرضها (١٥-٢٠)م، وطولها (٣٧٥)م.

— ۱۸۱ —



الشاطئية، وقد يتراوح سمك إرساباتها ما بين (٢-٣) م، كما يبلغ أقصى عرض لها إلى الجنوب من بير زكريت حوالي (٤٥٠) م، ساهمت كل من حركة المياه والأمواج البحرية في تشكيلها، ومن المحتمل أنها تكونت في فترات كان مستوى سطح المياه في الخليج أعلى منه في الوقت الحاضر، وهي من الحداثة بحيث لا تتعدى في عمرها فترة الهولوسين أي لا تزيد عن ستة آلاف سنة (راجع ص ١٤٧).

* البحيرات الساحلية: Lagoons وقد تكونت على طول الساحل الشرقي وفي الزاوية الجنوبية الغربية للقسم الجنوبي لخليج زكريت، وطبقا لطريقة تكوينها نستطيع التمييز بين نوعين: ترتبط نشأة النوع الأول: بالحواجز والألسنة الرملية، ويتميز بصغر مساحته وضحولته وتأثره بحركة المد العالي، وتعتبر البحيرات الساحلية وكل من الحواجز والألسنة الرملية إحدى مراحل تطور خط الساحل القطري، ففي حالة تكوين حواجز وألسنة رملية تحجز خلفها بحيرات ساحلية، تأخذ هذه البحيرات في الامتلاء بالرواسب التي تجلبها الأمواج وحركة المياه أثناء المد العالي، ومع تكرار العملية تغدو هذه البحيرات في منأى عن مياه البحر لارتفاعها، وتصبح تدريجيا ضمن الشواطئ. بينما ينتمي النوع الثاني: في الأصل إلى بعض المنخفضات المنتشرة في شبه جزيرة أبروق بقرب الساحل، حيث تتصل بمياه خليج زكريت عن طريق بعض المسل أو الأودية الجافة، وتتأثر هذه البحيرات بمدى حركة المياه مدا وجزرا.

يبدو أن القسم الشمالي من خليج زكريت أقل تعقيدا وأكثر عمقا من القسم الجنوبي، بيد أنهما يتشابهان في تكرار حدوث الصور الناتجة عن الإرساب البحري، إذ تشير (الخريطة رقم ٣-٢) إلى أن الشطوط الرملية عند مدخل الخليج وإلى الغرب من رأس دخان يزداد امتدادها صوب البحر بحكم انتشار الشعاب المرجانية التي ساهمت في ذلك، حيث يبلغ امتدادها (١, ١) كم، يتناقص هذا الاتساع كلما تقدمنا نحو الجنوب، وينحصر في شريط يتراوح عرضه ما بين (٤٥٠-١٧٥) م حتى الفرضة، وهي على الساحل الشرقي لخليج زكريت أقل ظهورا إلا في المناطق المحمية وعند بعض الرؤوس البارزة وخاصة إلى الشمال من بير زكريت.

وقد تشكلت أيضا على الساحل الشرقي بعض الألسنة الرملية أحدها قبالة «أم القراقير» بعرض لا يزيد على (١٠٠) م وبطول يبلغ (٢١٠) م، ويتقوس طرفه

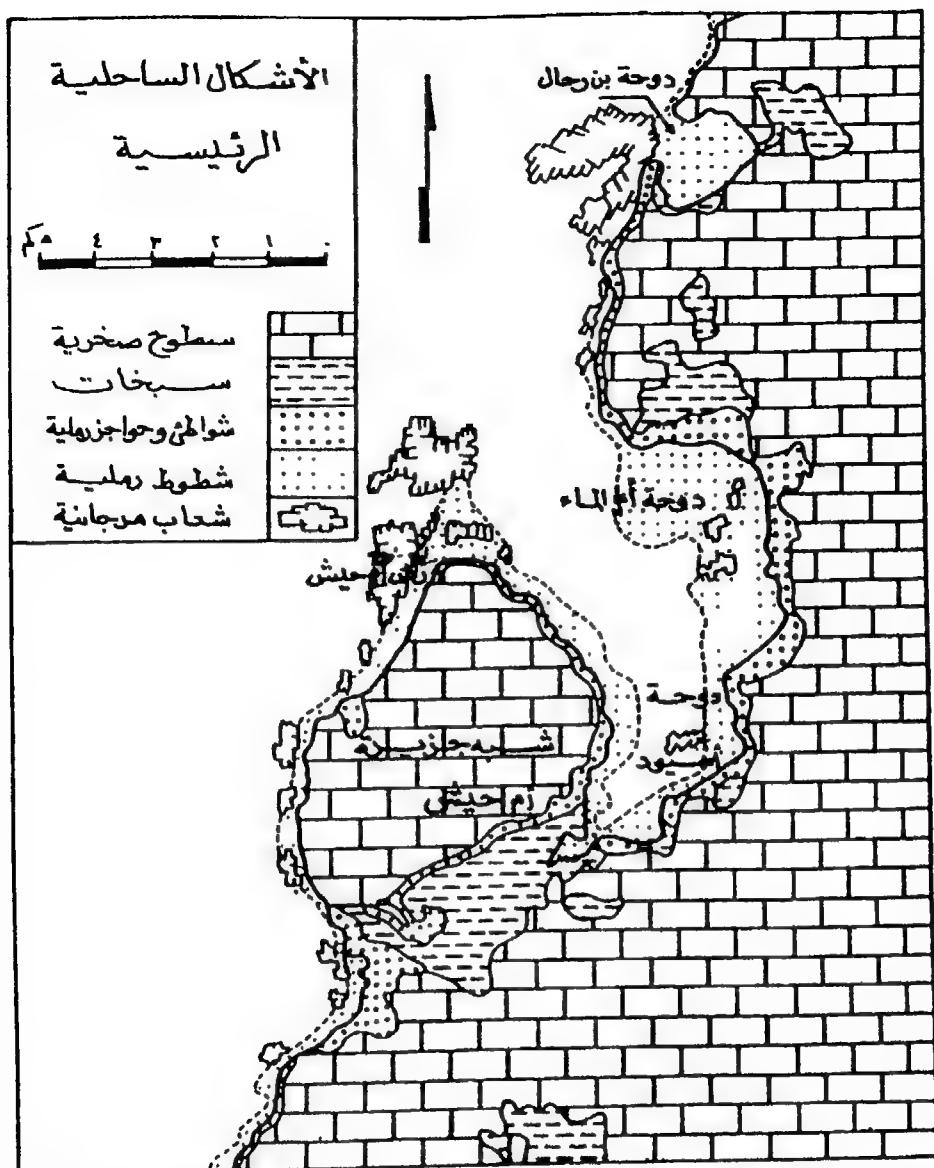
صوب الشمال متمشيا مع اتجاه حركة المياه والتيارات البحرية، تكونت على إثرها بحيرات ساحلية صغيرة تجاورها من ناحية يابس شبه جزيرة أبروق سبخات تغطي رقعا مساحية مجهرية، فضلا عن ظهور الشواطئ الرملية القديمة ذات الامتداد الشريطي، وهي كسابقتها تتكون من الرمال ومحارات قواقع Gastropod، ومتزامنة معها في فترة تشكيلها، غير أنها أقل اتساعا نظرا لتزايد انحدارات الشريط الساحلي وخاصة على الجانب الغربي لخليج زكريت شمال الفرضة.

(٢) دوحتا أم الماء وأسيود: Dawhata Umm Al Ma' & Usaywid

وهما إحدى أشكال التداخلات الساحلية (خريطة رقم ٣-٤) وتنحصران بين اليابس القطري وشبه جزيرة أم حيش، وتتفكان في امتدادهما بين الشمال والجنوب مع خطي عرض الصعلوكية والسويحية على التوالي والذي يبلغ في حدود (٧,٨) كم، وتعرف في القسم الشمالي بدوحة أم الماء، وفي القسم الجنوبي بدوحة أسيود، ويبلغ أقصى اتساع لهذا التداخل بين الطرف الشمالي الشرقي لشبه جزيرة أم حيش واليابس القطري حوالي (٤,٨) كم، يتناقص بالاتجاه نحو الجنوب بحيث لا يتعدى اتساعه عند طرفه الجنوبي (٥٠) م، ويلاحظ أن السواحل الشرقية لهذا التداخل تبدأ شبه مستقيمة من رأس الظبية باتجاه الشرق فالجنوب حتى أم الماء، ثم يزداد تقوس الساحل نحو اليابس تقوسا يبدو في بعض القطاعات حادا، هذه التقوسات توحى بأنها تأثرت بأنظمة المفاصل والشقوق التي تكتنف الساحل الغربي لشبه الجزيرة، فظهرت بشكلها الحالي.

تسود هذا التداخل أشكال إرسائية تتمثل في الشطوط الرملية: فهي على الساحل الشرقي أكثر اتساعا منها على الساحل الغربي، إذ يتراوح اتساعها في الأول ما بين (٢,٦ - ٢,٠) كم، وفي الثاني (٧,٠ - ٢,٠) كم، وتعليل ذلك أن حركة المياه الشمالية الغربية - الجنوبية الشرقية تسير موازية لخط الساحل الغربي، بينما تبدو السواحل الشرقية من واقع حركة المياه واتجاهها عمودية عليها، الأمر الذي ساعد على ظهور تموجات على سطوح الشطوط من ناحية، وعلى أن خطوط الترسيب تتفق واتجاه حركة المياه من ناحية ثانية، أما الألسنة الرملية: فتكاد تتوفر ظروف تكوينها على الساحل الغربي وخاصة في النصف الجنوبي منه دون الساحل





عن: نبييل إمبراط ١٩٨٨

شكل رقم (٣-٤)

خريطة مورفولوجية لدوكان بن رجال وأم الماء وأسيود وشبه جزيرة أم حيش

الشرقي، ويعزى عدم تشكلها على الساحل الشرقي لكثافة الرواسب، وعلى طول الأجزاء الشمالية للساحل الغربي لسرعة حركة المياه، وربما لشدة انحدار خط الساحل نسبياً، وما يميز الألسنة الرملية هنا أن رؤوسها المستدقة تواجه الجنوب الشرقي، وأن أطوالها لا تزيد على (٤٧٥) م، وعرضها على (٢٦) م، وهي كالعادة تحصر بحيرات ساحلية بل وتكون سبياً في نشأتها.



من الأشكال الرسومية الأخرى الشواطئ الرملية الشريطية: وهي شواطئ قديمة تشكلت أثناء فترة الغمر الفلاندري على الساحلين الشرقي والغربي، ولكن يلاحظ أنها تتفاوت في اتساعها من موقع إلى آخر على نفس الساحل، وكذلك فيما بين الساحلين الشرقي والغربي، فضلا عن أن هذه الشواطئ تكونت على أطراف السبخة الواقعة جنوب جزيرة أم حيش، ويعني ذلك أن جزيرة أم حيش بقيت منفصلة عن اليابس القطري حتى آخر فترة جليدية حدثت في الهولوسين.

(٣) دوحة ابن رحال:

تقع إلى الشمال من دوحتي أم الماء وأسيود (خريطة رقم ٣-٤)، وإلى الغرب من العقلة Uqlah والجنوب من المشرفة Al-Mushrifah وهي تداخل ساحلي صغير لا يزيد أقصى اتساع لها بين الشمال الغربي والجنوب الشرقي على كيلو متر واحد، تتصل بمياه الخليج العربي عبر فتحة يبلغ اتساعها (٧, ٠) كم، وتتخذ شكلا مستديرا، باستثناء ساحلها الجنوبي الذي يمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، وساحلها الشرقي الذي يركز على محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي، ولعل بعض أنظمة الشقوق والمفاصل كان لها دور أساسي في تحديد اتجاهات هذين الساحلين، وانطباعهما بنمط مستقيم.

وما يلفت الانتباه أن قاع دوحة ابن رحال مغطى كليا بالشطوط الرملية، ساعد على ذلك وجود بعض الشعاب المرجانية وخاصة عند مدخل الدوحة، ولهذا تميزت بماء ضحّال (بالكسر) وعلى وجه الخصوص المدخل الذي تعتري سطح شطوطه الرملية هنا بعض التموجات، وتشاهد بعض الألسنة الرملية القديمة تمتد موازية للساحل الشرقي، تشعب منها ألسنة صغيرة أحدث عمرا منها.

(ب) الخلجان أو الأخوار المركبة:

وتمثلها أربعة خلجان وهي:

* دوحة الحصين وتقع على الساحل الغربي. * خور الشقيق (الخور).

* خور الذخيرة. * خور العديد.

وتقع الأخوار الثلاثة الأخيرة على الساحل الشرقي.

(١) دوحة الحصين: Dawhat Al Husayn

تقع على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، وإلى الشرق من شبه جزيرة أبروق، التي تفصلها عن خليج زكريت (خريطة رقم ٣-٢)، وتمتد طوليا لمسافة (١٩,٤) كم بين الشمال والجنوب، بينما يبلغ أقصى اتساع لها (٦,٥) كم، أما إذا وضعنا في الاعتبار دوحة فيشاخ فإن عرضها يصل إلى حوالي (١١,٥) كم، ودوحة الحصين عبارة عن تداخلات ساحلية، منها الدوحة نفسها، والبحيرات الجنوبية، ودوحة فيشاخ في الشمال الشرقي.

ويتبين أن الجزء الجنوبي من دوحة الحصين عبارة عن بحيرات ثلاث متداخلة تتصل ببعضها بواسطة فتحات ضيقة، أكبرها البحيرة الجنوبية حيث تبلغ أبعادها بين الشمال والجنوب أو بين الشرق والغرب في حدود (٣) كم، وتغطي قاعها الشطوط الرملية المختلطة برواسب طينية غدت على إثرها أكثر ضحولة من الأخريات، تتخللها العديد من قنوات المد، وتبرز وسطها بعض الجزر المجهرية والرؤوس الصخرية، أهمها الحاجز الصخري الذي يفصلها عن البحيرة الثانية، ويرتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، في هذا الحاجز فتحتان تفصلهما جزيرة صخرية ساهمتا في تدفق المياه نحو الجنوب إلى البحيرة التي أضحت جزءا من دوحة الحصين، وهناك شواطئ رملية شريطية قديمة تمتد على طول الساحل الجنوبي للبحيرة وتنتمي لفترة الهولوسين.

٤ أما البحيرة الثانية فتقع إلى الشمال الشرقي من البحيرة الجنوبية وعلى الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، تتصل مباشرة بدوحة الحصين عبر فتحة يبلغ عرضها حوالي (١,٣) كم، ويبدو أن العوامل البحرية كان لها أكبر الأثر في نشأتها بدليل الأشكال المورفولوجية لسواحلها والتي تتمثل في الحواجز والألسنة والخطاطيف الرملية الممتدة في البحر، ويبلغ اتساعها بين الشرق والغرب في حدود (٢,٢) كم، وبين الشمال والجنوب (٣,٢) كم.

تتميز سواحل هذه البحيرة بأشكال ناتجة عن عملية الإرساب البحري أهمها: الحواجز والألسنة والخطاطيف الرملية والشواطئ الشريطية القديمة والبحيرات

الساحلية المجهرية، التي تركز على محور شمالي - جنوبي مما يؤكد على أن حركة المياه التي ساهمت في تكوينها تتجه من الشمال إلى الجنوب، وهناك خطاف معقوف يقع عند المدخل الشمالي الشرقي للبحيرة، يبلغ طوله في حدود (١,٧) كم، ويتراوح عرضه بين (٠,٣ - ٠,٥) كم، تتفرع منه ألسنة رملية صغيرة تمتد بنفس الاتجاه المعقوف حتى أنها لتكاد تلتحم بالساحل مما أدى إلى تكوين بحيرة شبه مغلقة. كما تكونت مجموعة من الخطاطيف والألسنة الرملية المركبة والمعقدة على طول الساحل الغربي.

وتتميز البحيرة الثالثة بشكلها الطولي ذي الاتجاه الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، حيث تمتد لمسافة (٣,٥) كم، وهي تتسع في الجنوب (١,٦) كم، وتضيق كلما اتجهنا نحو الشمال الغربي ليلبلغ عرضها عند مخرجها (٠,٥) كم، هذا المخرج عبارة عن فتحة ضيقة تمثل إحدى قنوات المد والجزر وتنتهي بدلتا من دلتاواتها، تغطي قاع البحيرة الشطوط الرملية، الأمر الذي أحالها إلى بحيرة ضحلة، كما تميزها الشواطئ الرملية الشريطية القديمة، وخاصة على طول ساحلها الغربي الذي تمتد منه ألسنة رملية تتجه نحو الجنوب الشرقي، مما يشير إلى أن حركة المياه تتجه من الشمال إلى الجنوب، وتتراوح أطوال مجموعة الألسنة الرملية ما بين (٠,٢ - ٠,٤٥) كم، ولا يزيد أكثرها اتساعا على (١٠٠) م.

أما «دوحة فيشاخ» (خريطة رقم ٣-٢) فيمكن اعتبارها - بحكم انفتاحها على دوحة الحصين من جهة الغرب - البحيرة الرابعة من بحيراتها، مع أنها بحيرة مستقلة، وهي تداخل يبدو أنه شبه دائري يتوغل في اليابس القطري لمسافة (٣,٧) كم بين الشرق والغرب، ونحو القيمة ذاتها بين الشمال والجنوب، وهي على اتصال بدوحة الحصين عبر فتحة يبلغ اتساعها (١,٢) كم، يغلف دوحة فيشاخ إطار من السبخات وخاصة الجزء الشمالي، وأشرطة الشواطئ الرملية القديمة، وتشير هذه الشواطئ إلى أن سبخة فيشاخ كانت ضمن البحيرة في الهولوسين، بيد أنها امتلأت - مع الزمن - بالرواسب فانحسرت عنها مياه البحر آنذاك بعد أن انخفض منسوبه فتحوّلت إلى سبخة، ولا يزال ذراع من البحيرة يمتد داخل السبخة في اتجاه شمالي - شرقي شاهداً على ذلك. وإذا ما استمرت عملية الترسيب في

قاعها، فإن دوحة فيشاخ ستغدو سبخة حالها في ذلك حال سابقتها، فيما عدا القطاع الأوسط من مدخلها الذي يبدو على شكل قناة عميقة.

أما الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري في دوحة فيشاخ، فيمكن حصرها في الشواطئ الرملية الشريطية القديمة، والخطاطيف والألسنة الرملية، والشطوط الرملية، ودالات المد والجزر، إذ لا تقتصر الشواطئ الرملية في امتدادها على الجوانب الشرقية والجنوبية والشمالية الغربية للبحيرة، وإنما تغلف جوانب السبخة، مما يؤكد على أن هذه السبخة كانت جزءاً من البحيرة التي تراجعت حال امتلاء موقع السبخة الحالية بالرواسب، وهي من الحداثة بحيث لم تتكون بعد شواطئ رملية على الجانب الشمالي والشمالي الشرقي للبحيرة.

ويلاحظ أن شواطئ دوحة فيشاخ لا تخلو من الخطاطيف والألسنة الرملية، وهي من الأنواع الصغيرة التي تتراوح أطوالها ما بين (٤٥، ١-١) كم، وعرضها ما بين (٣٥-٠، ٤٥-٠) كم، وتتفاوت الخطاطيف والألسنة الرملية في امتدادها على سواحل البحيرة، إذ تمتد عند مدخل البحيرة بين الشرق والغرب وتتصل باليابس من أطرافها الغربية، بينما تتصل تلك التي تكونت على السواحل الشرقية من أطرافها الجنوبية، وتوحي هذه الخصائص إلى أن مياه الخليج التي تدخل البحيرة تتحرك في اتجاه مواز لسواحلها الجنوبية الغربية فالجنوبية ثم الشرقية فالشمالية أي بعكس اتجاه عقارب الساعة، وهي جميعاً تحصر خلفها بحيرات مجهرية.

ومن دالات المد والجزر ثتان، وهما من الظاهرات الرسوبية المجهرية، حيث تمتدان (٢٢٠) م في مياه البحيرة، تقع الأولى عند مدخل دوحة فيشاخ مقابل السُمَيْح As Sumayyih حيث مخرج السبخة، وتقع الثانية في الجزء الجنوبي الشرقي من البحيرة عند الفتحة التي تفضي إلى السبخة، والتي تعتبر هي وسابقتها من أشكال الغمر البحري.

أما الأجزاء المتبقية من دوحة الحصين فتسودها الأشكال الإرسابية البحرية التالية: الشطوط الرملية، الشواطئ الرملية الشريطية القديمة، الخطاطيف والألسنة الرملية، فالشطوط الرملية في دوحة الحصين عبارة عن أشربة تمتد بمحاذاة خط الساحل وتوازيه، وقد تتفاوت في اتساعها، إذ بقدر ما يتوافر انتشار الشعاب المرجانية ويتغير خط الساحل بقدر ما تتسع ويتزايد عرضها، وتعليل ذلك أن حركة

المياه في مواقع الشعاب وتغيرات خط الساحل تقل سرعتها مما يسمح بعمليات الترسيب وبالتالي تتسع رقعة الشطوط.

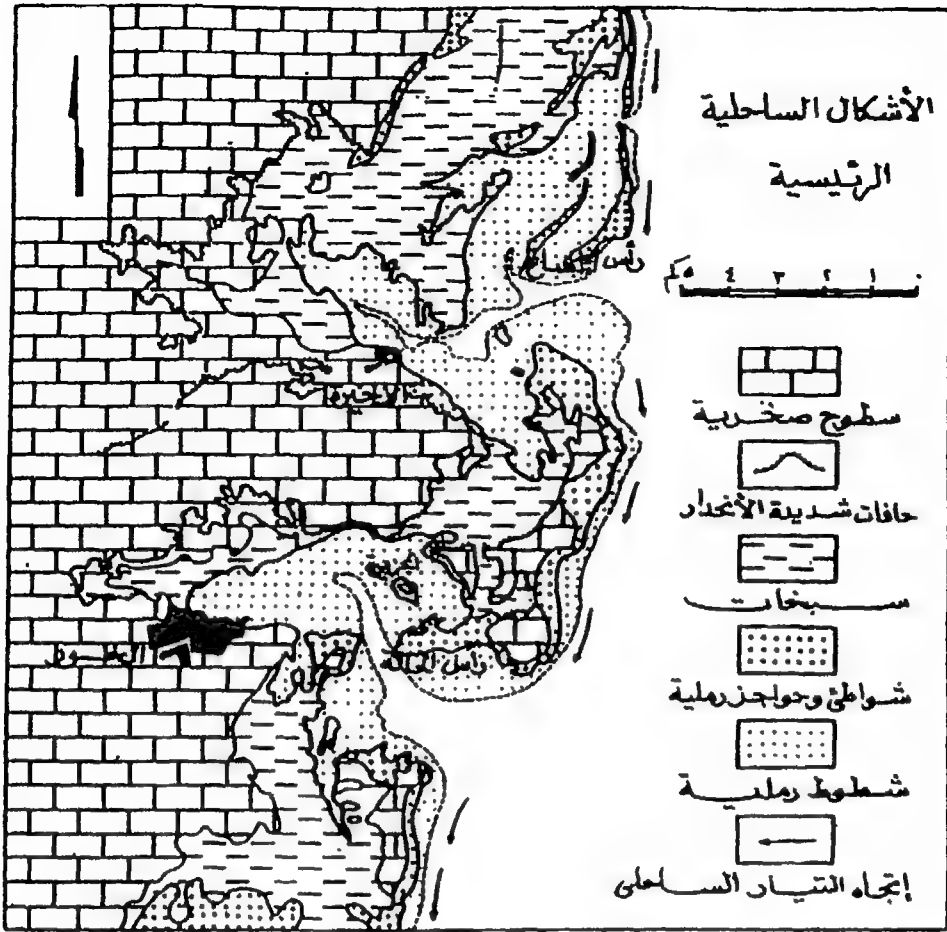
فيما تكونت الشواطئ الرملية الشريطية القديمة على طول سواحل دوحة الحصين، يستثنى من ذلك قطاع يقع في الشمال الغربي ضمن سبخة أبروق، هذه السبخة الواقعة إلى الشمال الشرقي من شبه جزيرة أبروق كانت قبل أن تتكون في الهولوسين جزءاً من دوحة الحصين، حدودها الشواطئ الرملية الواقعة في جنوب شرق الكتلة الصخرية التي تضم رأس أبروق، والتي كانت آنذاك عبارة عن جزيرة ساهم على اتصالها باليابس القطري امتلاء الجزء الواقع إلى الجنوب الشرقي منها بالرواسب، والذي أضحى سبخة فيما بعد، مثلها في ذلك سبخة فيشاخ وشبه جزيرة أم حيش.

أما الخطاطيف والألسنة الرملية فهناك خطافان مركبان هامان، يقع الأول على الساحل الغربي إلى الشمال الشرقي من سبخة أبروق، ويبدو أن هذا الخطاف ساهم بشكل فعال في نشأة السبخة واقتطاعها من دوحة الحصين، ولكنه ساعد في ذات الوقت على ربط الكتلة الصخرية بشبه جزيرة أبروق، ويقع الثاني على الساحل الشرقي متفقا في ذلك مع خط عرض بئر الحصين ويمتد لمسافة (١,١) كم باتجاه الجنوب.

(٢) خور الذخيرة وخور الخور:

يقع هذان الخليجان التوأم (شكل رقم ٣-٥) على الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، بين خطي عرض (٢٥° ٣٨' ٤٥"، ٢٥° ٤٨' ٢٥") شمالاً، وخطي طول (٥١° ٣٠' ١٨"، ٥١° ٣٦' ٥١") شرقاً، يتوغلان في اليابس باتجاه الغرب مسافة (٨,٧,٢) كم على التوالي، ويلاحظ أن خور الذخيرة يتفرع إلى فرعين أحدهما الفاصل مدينة الذخيرة، يتجه الأول نحو الشمال لمسافة تبلغ (٥,٧) كم، وينحصر بين سبخة القرن والخطاف الرملة الذي ينتهي براسي أم صاع والقبقة وتقع في وسطه الحمراء، والثاني يتجه نحو الجنوب إلى حوالي (٣,١) كم، بينما يمتد فرع لخور الخور من رأس القصاصير باتجاه الجنوب لمسافة (١,٨) كم.





عنه: نبييل إسماعيل ١٩٨٤

شكل رقم (٣-٥)

خريطة مورفولوجية لمنطقة الخور والذخيرة

ترتبط بخور الذخيرة وخور الخور أشكال مورفولوجية منها:

* أشكال ذات علاقة بتكوينات الرس والدمام.

* الشواطئ الرملية وقنوات المد والجزر.

* الشطوط والخطاطيف والألسنة الرملية.

تكتنف خور الخور وخور الذخيرة صخور الحجر الجيري والدلومايت العائدة لعصر الإيوسين، وهي تشرف على مياه الخور ومناطق السبخات بحافات صخرية شديدة الانحدار قد تصل ارتفاعاتها إلى (١٦) م فوق مستوى سطح البحر، وتشكل



هذه الحافات سلسلة متصلة في الداخل كما هو الحال في «أم قين»، ولكنها تنقطع كلما دنونا من مناطق السبخات ومياه البحر وتتحول إلى جزر كالجزيرة Al Jazirah الواقعة في خور الخور وأم الفار Umm Al Far الواقعة في خور الذخيرة.

يتبين أن هناك كتلا صخرية تقع عند الهوامش الخارجية للخليجين كانت تمثل جزرا، إلا أن استمرار عمليات الترسيب حولها وفي المساحات المائية بينها اتصلت باليابس القطري وأصبحت جزءا منه، ويدعم هذا القول مناطق السبخات والشواطئ الرملية الشريطية القديمة التي تشكلت بفعل الأمواج والتيارات البحرية المتجهة نحو الجنوب بمحاذاة الساحل. كما أن الحافات الصخرية التي كانت تمثل في الماضي جروفا بحرية قد ابتعدت عن الساحل إما نتيجة لانخفاض منسوب المياه في البحر آنذاك أو تواصل الإرساب وتشكيل مناطق السبخات التي حالت دون اتصالها مباشرة بمياه البحر في الوقت الحاضر.

وقد تضاربت الآراء حول نشأة خور الخور وخور الذخيرة، فالبعض عزاها إلى عوامل طبيعية كمياه المد والأمواج ورياح الشمال والتيارات البحرية وما نتج عنها من رواسب رملية (محمد متولي، ١٩٧٠، ص ٢٢-٢٣)، وأرجعها البعض الآخر إلى تآكل الحدبتين من الوسط بواسطة عوامل التعرية، وحدث انقلاب تضاريسي ومن ثم تحولهما إلى مناطق منخفضة غمرتهما مياه البحر (نبيل إمبابي، ١٩٨٤، ص ٣٢-٣٣)، لم يحدد التفسير الأخير ماهية عوامل التعرية، رغم أنه تفسير منطقي، وبناء عليه فمن المرجح أن يكون للنحت المائي دور جوهري في نشأة الخليجين، إذ ربما تكونت أثناء الفترات المطيرة أودية كوادي العقدة، وأخرى في أم قين وأم القهاب، استطاعت هذه الأودية أن تنحت البنية المحدبة وتفرغها من تكويناتها متتبعه بذلك مناطق الضعف الجيولوجي، مما أدى إلى انخفاض السطح وبالتالي طغيان مياه البحر وغمر مخارج الأودية وتكوين خور الخور وخور الذخيرة.

ومن أشكال الإرساب التي تكونت عند أطراف الخليجين الخارجية في عصر الهولوسين الشواطئ الرملية الشريطية الموازية لخط الساحل، وهي عبارة عن رمال خشنة مثلها في ذلك خليج زكريت، وتمتد هذه الشواطئ على شكل أقواس محدبة نحو البحر، تتسع في بعض الأحيان إلى حوالي كيلو متر، وتضيق أحيانا أخرى،



وتبرر منها رؤوس كما هو الحال في رأس القبة ورأس يمار Ra's Yamaz ورأس المطبخ ورأس النوف، ويلاحظ أنها تمتد طوليا عند مداخل الخليجين بسبب تزايد معدلات الإرساب عما سواها. وهناك قنوات المد والجزر، وهي كثيرة ومتعرجة تفصل بينها جسور من الطين، ورواسب الطين هذه تنتشر عند هوامش السبخات، وتتميز قنوات المد في أجزائها العليا بضحولتها وخلوها من المياه وقت الجزر، في حين تبدو عميقة ومتسعة في قطاعاتها الدنيا المتصلة بالبحر.

تعتبر الشطوط الرملية من الأشكال الساحلية الهامة، إذ ساهمت العديد من العوامل في نشأتها، منها: حركة مياه المد والجزر واختلاف منسوب مياه البحر، وحركة الأمواج والتيارات البحرية القادمة من الشمال بمحاذاة الساحل الشرقي لشبه الجزيرة، واتجاه حركة المياه من الخليج العربي إلى خور الخور وخور الذخيرة، وظواهرات السطح المتخلقة بعد عملية تكوين الحدين، وتتكون هذه الشطوط من رواسب الطين والسلت، وتبلغ نسبة الدولومايت حسب دراسة (Shinn, 1973, p. 181) حوالي (٣٠٪)، وتشكل الشطوط الرملية غالبية قاع الخليجين باستثناء بعض المسارب المائية في الوسط، وقد تظهر الشطوط الرملية على شكل يابس أثناء الجزر كما هو الحال على الساحل الشمالي لشبه الجزيرة خاصة عند رأس ركن.

أما الخطاطيف والألسنة الرملية فهي متباينة من حيث الحجم والعمر، فهناك مجموعة كبيرة ومعقدة تمتد موازية لخط الساحل على طول الجانب الشرقي للفرع الشمالي من خور الذخيرة، حيث يمر بمحاذاتها التيار البحري الشمالي، وأن مجموعة الخطاطيف والألسنة الرملية تبدو معقوفة من أطرافها الجنوبية باتجاه الغرب وذلك تحت تأثير حركة المياه القادمة من الخليج باتجاه خور الذخيرة، ويوحى وجود العديد من مجموعات المتوازية أن عملية الترسيب تتم بشكل متتابع من الغرب باتجاه الشرق، وهذا يعني أن السديم منها يقع في الغرب، لذا تعرض بدرجة أكبر وفترات أطول لقنوات المد والجزر التي عملت على تقطيع أوصاله، والفصل بين أجزائه، وقد لعبت الخطاطيف والألسنة الرملية دورا ملحوظا في نشأة بعض التداخلات في خور الذخيرة، غدت فيما بعد أحواض ترسيب داخلية لشطوط

رملية، عملت فيها قنوات الجزر تقطيعا، حاملة معها عند تراجعها باتجاه البحر كثيرا من الرواسب، فظهرت بعد إرسابها عند المخارج على شكل دالات مجهرية، ويبدو أن الخطاطيف والألسنة الرملية هذه قد نشأت في الهولوسين.

وهناك مجموعة صغيرة أحدث عمرا تكونت عند مدخل خور الخور، ويحوم طولها حول (٢٥، ٠-٦، ٠) كم، وتمتد عرضيا بين (٢٣-٤٤) م، وتتجه نحو غرب الشمال الغربي، ويلاحظ أن اتصالها باليابس القطري من الأطراف الشرقية، مما يدل على أن اتجاه عملية الإرساب تتفق وحركة الأمواج أي من الشرق إلى الغرب.

(٣) خور العديد:

وهو من التداخلات الساحلية الرئيسة في شبه جزيرة قطر (خريطة رقم ٣-٦)، ويعتبر من أكثرها توغلا في اليابس القطري، ومن أكبرها مساحة، ومن أهمها مورفولوجيا، إذ يتوغل لمسافة (٥، ٢١) كم، في خط مستقيم من خط الساحل عند رأس القصاصير Ras Al-Qasasir حتى مشارف عقلة زويد Uqlat Zuwayyid، إلا أنه يتوغل بعمق وحداته التي تركب منها لمسافة (٣٣) كم، ويشغل مساحة تبلغ في حدود (١٢٣) كم^٢.

يتكون خور العديد مورفولوجيا من ثلاث وحدات:

- أ - قناة خور العديد الشرقية.
- ب - بحيرة خور العديد الجنوبية.
- ج - بحيرة خور العديد الشمالية.

وهي جميعا - رغم استقلالها - تتصل ببعضها البعض وتفتح من جهة الشرق عند رأس القصاصير على مياه الخليج العربي، وفيما يلي دراسة لأهم الوحدات:

(أ) قناة خور العديد الشرقية:

وتمتد من رأس القصاصير حتى خط عرض رأس المحارف Ras Al Maharif وذلك لمسافة قد تصل إلى (١٣) كم، ويعرض يتسع في الشمال إلى أكثر من (٥، ٢) كم، ولا يزيد في الجنوبي الذي يبدو متماثلا في عرضه على كيلو متر واحد، وهي بشكل عام تتركز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، وهذه الخصائص أكثر انطباقا على نصفها الجنوبي، في حين يغلب الاتجاه الشمالي -

الجنوبي على نصفها الشمالي، وينسجم هذا الاتجاه مع امتداد اللسان الصخري الذي ينتهي عند رأس المحارف في الجنوب.

يلاحظ من الخريطة أن الجانبين الشمالي والغربي للقناة تميزهما العديد من رقع السبخات ذات الامتداد المحدود، إذ تعتلي معظم سطوح هذه السبخات أو تفصل بينها الكثبان الرملية الهلالية المركبة والمعقدة، لذا غدت السواحل على هذين الجانبين في مجملها رملية منخفضة تخلو من التقوسات والتعاريج الواضحة، اللهم إلا في بعض قطاعات الساحل التي تسوده الكثبان الرملية. أما الجانبان الشرقي والجنوبي الشرقي للقناة فيتميزان بخصائصهما الصخرية وجروفهما التي تشرف على المياه في انحدارات شديدة بحكم امتداد التلال الصخرية لجبل العديد Al Udayd على طول القناة، ويبدو أن التعاريج التي تلازم خط الساحل وخاصة عند مدخل القناة ما هي إلا انعكاسات للحركات التكتونية التي أبرزت جبل العديد وتمثلت في بعض الخلجان الصغيرة والرؤوس الصخرية البارزة.

وتتميز قناة خور العديد الشرقية بسمات نوجزها في المظاهر التالية:

(١) الشطوط الرملية:

يخلو الجانب الغربي والشمالي الغربي للقناة من الشطوط الرملية، يماثلهما في ذلك النصف الجنوبي الضيق من القناة ابتداء من نقطة تغير خط الساحل باتجاه الجنوب الغربي، بينما يتركز توزيع هذه الشطوط على النصف الشمالي من القناة، ويوحى هذا التوزيع بأن حركة مياه المد والجزر تتفاوت في سرعتها بين الأجزاء الشمالية والغربية المحاذية لليابس القطري وبين الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية المتاخمة لجبل العديد، فهي في الأولى - كما هو الحال في نصف القناة الضيق - أسرع منها في الثانية، وما لا شك فيه أن مصدر الرواسب الرملية في القناة، الكثبان الواقعة إلى الشمال والغرب منها، أو جلبتها المياه المتحركة عبر القناة من البحيرتين الشمالية والجنوبية.

(٢) الجزر الصخرية:

وهي جزر صخرية صغيرة تتوزع على طول امتداد القناة من مدخلها حتى رأس المحارف في البحيرة الجنوبية، يبلغ عددها (٢٢) جزيرة إذا ما وضعنا في



الاعتبار الجزر الواقعة عند المدخل، وتراوح أطوالها بين (٤٥-٢٠٠) م، وعرضها بين (٣٤-٧٦) م، ويلاحظ أن مجموعة الجزر الداخلية تتميز بشكلها الدائري تقريبا وأنها تنتظم في خط محوري شمالي شرقي - جنوبي غربي، وأنها من قراءة الخريطة الطبوغرافية تجنح في انتشارها نحو الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية للقناة بمحاذاة تلال جبل العديد، وهذا النمط من التوزيع يعني وجود صلة تكتونية بين الجزر والقناة من ناحية، وبينهما وبين تكون جبل العديد من ناحية أخرى.

(٣) الدلتاوتان الخارجية والداخلية:

وقد نشأت نتيجة لحركة مياه المد والجزر وما تنقله من رواسب رملية من البحيرتين الشمالية والجنوبية ومن رواسب الكثبان الرملية، ومن المعروف أن حركة المياه في القناة تضعف عند اتصالها بكتلة مياه الخليج العربي، (كما هو الحال في الأنهار والأودية التي تصب في البحار والمحيطات)، وبكتلة مياه البحيرة الجنوبية، وبالتالي لم تعد قادرة على حمل ونقل الرواسب، فتلقي بها في مواضع الالتقاء والاتصال وتكون الدلتا التي تنمو وتغزو جزءا من اليابس مع استمرار ظروف الترسيب.

(ب) البحيرة الجنوبية:

تمتد بين الشمال والجنوب لمسافة (١٠) كم إذا اعتبرنا حدها الشمالي قاعدة الدلتا الداخلية، وهي بهذا تقع عمودية على البحيرة الشمالية، فيما يتفاوت اتساعها بين (٢) كم عند الأطراف، (٥,٥) كم إلى الجنوب قليلا من رأس المحارف، ومع أن سواحلها الشرقية والغربية ترتكز على محور شمالي - جنوبي، فإن سواحلها الجنوبية الشرقي يوازي محور القناة ويمتد بين الشمال الشرقي - الجنوب الغربي، ويبدو أن كليهما تأثر بالعوامل التكتونية، ورغم ما تتميز به سواحل البحيرة الجنوبية من بعض الخلجان الصغيرة والتوءات الصخرية وأشباه الجزر، إلا أنها لا تضاهي ما تتميز به سواحل البحيرة الشمالية من تعرجات واضحة وتداخلات ظاهرة، فضلا عن أعماق مياه البحيرة الجنوبية التي تميزها عن مياه البحيرة الشمالية.

ومن الخصائص الجيومورفولوجية لهذه البحيرة ما يلي:

(١) الدلتا الداخلية للبحيرة الجنوبية:

من الطبيعي أن تتكون دلتا داخلية عند التقاء مياه القناة المتدفقة أثناء حركة المد نحو البحيرة الجنوبية، وذلك على غرار الدلتا الخارجية التي تكونت عند مخرج قناة خور العديد الشرقية، وتتم هذه العملية عندما ترفد القناة مياهها في البحيرة، تقل سرعتها وتهدأ حركتها فتتشر حملتها وترسبها على هيئة دلتا داخلية، مثل هذه الدلتاوات كما أشار إليها (Glennie, 1970, p. 124) تمثل العلاقة بين قناة تتدفق عبرها مياه المد وبين تداخلات ساحلية، تمتد هذه الدلتا لحوالي (٣, ٣) كم داخل البحيرة، وتتميز بأنها أقل عمقا من أجزاء البحيرة الجنوبية، وأن بها بعض الالسنه الرملية التي تعتبر مؤشرا لاتجاهات الإرساب.

(٢) الشطوط الرملية:

تتشر الشطوط الرملية على طول السواحل الشرقية والجنوبية بدرجة أكبر مما هي على الساحل الغربي، ويعني هذا أن الساحل الغربي لا يخلو من الشطوط الرملية بعكس ما ذكر (نبيل إمبابي، ١٩٨٢، ص ١٥)، والذي يلاحظ من الخريطة أن هناك تفاوتاً في درجات الإرساب وأنماط توزيعه على طول سواحل البحيرة الجنوبية بسبب الاختلاف في طبيعة هذا الإرساب وظروفه، إذ بمجرد وصول مياه المد تُخوم البحيرة الداخلية يتجه فرع من المياه نحو الجنوب محاذيا لخط الساحل الشرقي فيلقي ببعض حمولته مكونا شطوطا رملية يزداد اتساعها أينما وجدت التفرعات، ولكن هذه الشطوط تظهر بوضوح ابتداء من شبه الجزيرة باتجاه الجنوب حيث تنحرف المياه وتسير مع اتجاه خط الساحل نحو الغرب، وبذلك يغدو اتجاه عملية الإرساب من الشرق إلى الغرب.

ومع اتجاه المياه في حركتها على طول الساحل الغربي للبحيرة الجنوبية من الجنوب إلى الشمال تلقي ببعض الرواسب الرملية داخل التقوسات الخارجية الصغيرة التي تزين الساحل الغربي، ولكنها محدودة قياسا بالشطوط الرملية آتفة الذكر، وربما نتيجة لذلك تحمل المياه معها في حركتها الدورانية مع السواحل الغربية والشمالية بعض الرواسب التي تلقي بها في موقعين عند اتجاهها نحو الجنوب على طول الساحل الشرقي، الأول: على بعد (٥, ٠) كم من الحدود

الشمالية للساحل الشرقي، والثاني: إلى الشمال مباشرة من الدلتا الداخلية، ويلاحظ أن هذين الشطين تكونا تحت ظروف التغير في خط الساحل مما ترتب عليه ضعف حركة المياه وعدم قدرتها على مواصلة نقل حمولتها من الرواسب، ومن ثم نشرها على هيئة شطوط رملية، إلا أن من خصائص الشط الرملية الثاني أن طرفه الجنوبي يلتحم مع الدلتا الداخلية عند رأس المحارف.

(٣) دلتاوات الأودية الجافة:

كانت الأودية القديمة وخاصة تلك التي تنحدر من تلال جبل العديد باتجاه البحيرة الجنوبية تصرف إليها مياه الأمطار الساقطة على المنطقة، الأمر الذي أدى إلى تكوين عدد من الدلتاوات المجهريّة على الساحل الجنوبي الشرقي، وهي بلا شك ظاهرة متميزة ومتباينة من حيث الظروف التي تشكلت أثناءها، ولعل الرواسب التي ألقت بها تلك الأودية القصيرة والسريعة الجريان تتميز بخشونتها، بخلاف الرواسب البحرية الدقيقة كالطين الذي ربما تتكون من بعضه الدلتا الداخلية.

(٤) الجزر الصخرية:

تقع في الجزء الشمالي من البحيرة الجنوبية وإلى الجنوب من رأس المحارف ثلاث جزر صخرية صغيرة، ثنتان منها تبدوان على هيئة دائرية تقريبا، والثالثة الواقعة إلى الغرب منهما تمتد على محور شمالي جنوبي بطول يبلغ (١٧٥) م، وبعرض لا يتعدى (٥٠) م، وما هذه الجزر الثلاث إلا امتدادا لجزر قناة خور العديد الشرقية.

(ج) البحيرة الشمالية:

تمتد عرضيا من الشرق إلى الغرب لمسافة تصل إلى (١٤,٥) كم، وأقصى عرض يبلغ إذا وضعنا في الاعتبار السبخة الشمالية في حدود (١٠) كم، وتعتبر بحيرة داخلية، بيد أن الفتحة التي لا يزيد اتساعها على (١,٣) كم تصلها بمياه الخليج العربي عبر البحيرة الجنوبية وقناة خور العديد الشرقية، ويمكن أن نميز فيها الخصائص المورفولوجية التالية:

(١) الجزر وأشباه الجزر:

تضم البحيرة الشمالية (١٧) جزيرة وليست كما ذكر (نبيل إمبابي، ١٩٨٢، ص٩) (١٣) جزيرة، كما يبرز فيها ما يزيد على (٢٢) من أشباه الجزر، وتعزى

كثرة الجزر وأشباهاها في البحيرة الشمالية إلى أن الكثبان الرملية سبقت في تواجدها في ذات الموضع الذي تكونت فيه البحيرة الشمالية، وحالما غمرت مياه البحر هذه المنطقة نُبِتَت الكثبان في مواضعها، وتشكلت على إثر ذلك الجزر وأشباهاها، ويغلب على هذه الجزر وأشباهاها الاتجاه الشمالي - الجنوبي، وهي في معظمها تتكون من الرواسب الرملية أو من الصخور الجيرية التي ظلت في منأى من عملية الغمر البحري.

(٢) ضحولة المياه في البحيرة:

وهي كما يبدو من الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية ضحلة المياه لا تزيد أعماقها على المتر الواحد، وعلة ذلك أن المقعر الذي تحتله البحيرة الشمالية لم يكن بدرجة عمق البحيرة الجنوبية، كما أن البحيرة الشمالية في موقع ساعد كثيرا في إرساب الرمال ومخلفات الرياح التي نحتتها من المناطق المجاورة، الأمر الذي أحال قاعها إلى شط رملي متكامل ومتصل.

(٣) قنوات المد والجزر:

تشكلت قنوات المد عند المدخل الجنوبي للبحيرة الشمالية ومنطقة اتصالها بالجنوبية، وتتخذ شبكة القنوات نمطا شجريًا متشعبًا تتجمع مياهها في أربع قنوات رئيسة لتصبها في البحيرة الجنوبية، وتعتبر وفرة الرواسب الرملية المفككة كما أشار كنج (King, 1972, p. 155) والتي تستجيب بسرعة لحركة المد والجزر، وارتباط تيارات المد القوية بمدخل ضيقة تميز التداخلات الساحلية كما ذكر ديفز (Davies, 1977, p. 175)، عوامل رئيسة في تكوين هذه الشبكة، وقد توفرت مثل هذه الظروف، فالرمال المفككة من أهم سمات المنطقة، والفتحة التي تصل بين البحيرتين الجنوبية والشمالية ضيقة لدرجة ساهمت في إبراز هذه الظاهرة الفريدة تقريبا من نوعها في قطر.

٢- أشكال الإرساب البحري:

يتميز الساحل القطري بانتشار العديد من أشكال الإرساب البحري، فمنها قديم التكوين ومنها حديث التشكيل، ومن أهم صور الإرساب البحري:

* الشواطئ الرملية. * الحواجز الرملية. * الشواطئ الرملية.



(١) الفشوت (أرصفة مرجانية):

باستثناء ما تمت دراسته من شطوط رملية أرسبت في التداخلات الساحلية، فإن هذه الظاهرة سنشير إليها في دراستنا بظاهرة «الفشوت»، وهي كما يصفها البعض أرصفة مرجانية (عادل عبد السلام، ١٩٧٥، ص ٩٨) تتفق إلى حد كبير مع الأعماق الضحلة للمياه، وحركة التيارات البحرية الساحلية القادمة من الشمال، واتجاهات خط الساحل، وهي أوضح ما تكون على الساحل الشرقي والشمالي لشبه جزيرة قطر، وأبرز هذه الفشوت:

* فشوت العريف Fasht Al Arif: (راجع خريطة رقم ١-٩) ويبدأ من خط عرض (٢٤° ٥٤') شمالاً، ويقع على بعد (١٢,٥) كم إلى الشرق من مصب الزيت في مسيعيد، ويتكون في قسمه الجنوبي من شعاب مرجانية Coral Reefs كان لها دور كبير في حماية ميناء الزيت وما يرسو فيه من بواخر من أثر مياه البحر وحركاتها، خاصة إذا ما اشتدت رياح الشمال في هبوبها. بينما يغطي قسمه الشمالي رواسب رملية بحرية وقارية. ويتسع الفشوت كلما تقدمنا نحو الشمال الغربي حتى يلتحم بالساحل إلى الشمال من دوحة مسيعيد، ويخلو خط الساحل إلى الجنوب من دوحة مسيعيد من الفشوت إلا من بعض الإرسابات الشاطئية الصغيرة.

إلى الشمال من دوحة مسيعيد (شكل رقم ١-٨) يبدأ فشوت شويمسه Fasht Shuwaymisah ضيقاً ثم يتسع بعدها، خاصة إلى الشمال من خط عرض مسيعيد فيبلغ أقصى عرض له في حدود (٣) كم، فيشكل قمماً مرجانية Coral Heads تتكون من إرسابات بحرية عضوية، غنية بالثقوب والحفر الصغيرة، والأخاديد التي ساهمت في تشكيلها التجوية البحرية، ولهذه الأشكال أثر في تواجد الأسماك وتكاثرها.

تستمر الفشوت ضيقة (راجع شكل رقم ١-٣) بحيث لايزيد عرضها أمام مدينة الوكرة على (٢) كم، بل يصل عرضها عند رأس أبو فنتاس Ra's Abu Fintas إلى (٢٠٠) م فقط، ثم تبدأ الفشوت في الاتساع أمام «بلاد إبراهيم» لتبلغ أقصى عرض لها (٤,٥) كم في المنطقة الواقعة بين «رأس أبو مشوط» Ra's Abu Mashut و«رأس أبو عبود» Ra's Abu Abbud، (شكل رقم ١-٤) وتظهر الحافات الصخرية المرتفعة التي تنتشر أمامها رواسب خشنة من القطع الصخرية

والخصى، ويلعب هذا الفشت دورا رئيسا في حماية ميناء الدوحة من حركة الأمواج التي قد تؤثر على رسو السفن والبواخر.

يمتد إلى الشمال من الدوحة شريط من الفشوت (شكل رقم ١-٥) تم ردم مساحة كبيرة منه تقدر بحوالي (٤,٥) كم ٢ تقريبا وإضافتها إلى اليابس القطري، يتسع الفشت باتجاه الشرق أي نحو البحر ليشمل جزيرتي السافلية والعالية (يتم الحديث عنهما فيما بعد) حيث يتميز الفشت هنا بشعاب مرجانية، وتفصل بين أجزائه من ناحية، وبينه وبين الشطوط الرملية الساحلية من ناحية أخرى قنوات بحرية عميقة المياه، ويبلغ اتساع الفشت أمام وادي البنات حوالي (٨,٧) كم.

يبلغ اتساع الفشوت إلى الشمال قليلا من رأس قطيفان حوالي (٤,٧) كم (شكل رقم ١-٦)، تبدأ بعدها في الانتشار في مجموعات متفرقة حتى مدينة الخور، من أهمها: فشت الحرايبي Fasht Al Hraaby الذي يقع على بعد (٣) كم إلى الشرق من الوصيل، تتخلله بعض الشعاب المرجانية، كما هو الحال في الفشوت التي تقع إلى الشمال منه، ويمتد بين الشرق والغرب بطول يبلغ (٢,٧) كم.

وإلى الشمال من مدينة الذخيرة إما أن تختفي ظاهرة الفشوت كما هو الحال أمام «رأس القبقبة» Ra's Al Qabqabah، و«رأس أم ليجي» Ra's Umm Layji، والقطاع الساحلي الممتد بين جبل فويرط والمفجر، أو أن تمثل شريطا ضيقا على امتداد الساحل باتجاه الشمال بين «رأس أم ليجي وجبل فويرط»، ويبلغ أقصى اتساع لهذا الشريط (١,٣) كم أمام «رأس لفان» (شكل رقم ١-٧).

وعلى طول الساحل الشمالي الغربي لشبه جزيرة قطر من الرويس حتى الزبارة، تأخذ ظاهرة الفشوت في الانتشار والاتساع، قد يصل عرضها أحيانا إلى (٥) كم، وما يميز هذا الرصيف كثرة الشعاب المرجانية التي تتركز على محور عام شمالي غربي - جنوبي شرقي، الأمر الذي ساعد على تشكيل مثل هذه الشطوط، وقلة أعماق المياه التي تتزايد خارج أطرافه البحرية، حيث ترسم حافة تظهر واضحة، تفصل بين مساحتين متباينتين من قاع البحر، ويظهر لون المناطق القريبة من الساحل أصفر فاتحا يميل إلى الزرقة، بينما هي خضراء خارج حدود الفشوت.



أما على طول القطاع الساحلي الغربي فيما بين «رأس عشرين وخليج زكريت» (الشكلان رقما ١-٥، ١-٦) فتظهر أشرطة من الفشوت (تستثني التداخلات الساحلية التي تمت دراستها) قد تتسع كما هو الحال إلى الشمال من «دوحة فيشاخ ورأس دخان»، أو تضيق وتنعدم كما يبدو على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة أبروق شمال خليج زكريت (شكل رقم ٣-٢)، أو الساحل الغربي من «رأس دخان حتى أبو سمرة»، فيما عدا أجزاء من الساحل أمام أبو طريفة وروضة الشعلة (شكل رقم ١-٤)، حيث يصل عرض الفشوت ما بين (٢-١,٢) كم على التوالي.

وربما يعزى سبب ضيق نطاقات الفشوت أو انعدام وجودها على طول الساحل الغربي جنوب رأس دخان إلى أن قاع خليج سلوى مغطى بالطين والإرسابات الدقيقة جدا، والتي غالبا ما تتزايد عند مصبات الأودية ومجاري السيول، ومن المحتمل في هذه الحالة أن بعض إرسابات شط العرب الطينية قد وصلت إلى خليج سلوى مع التيارات البحرية القادمة من الشمال، وأن أودية قديمة كانت تشق طريقها عبر المنطقة قبل أن تغدو بحرا، أو إليها بعد أن تشكل خليج سلوى، فتركت مخلفاتها من الطين أو ألقت بها فيما بعد، مما أدى إلى إعاقه تكوين ظاهرة الفشوت، ويدعم هذا الافتراض وخاصة الشق الثاني منه وجود أودية الذياب والعريق والجح اللاتي ربما كانت مياهها أكثر غزارة من السيول الحالية، الأمر الذي مكنها من حفر مجاري لها عميقة وبالتالي زيادة حمولتها من المفتتات الصخرية الدقيقة التي كانت تلقي بها في خليج سلوى وقتذاك.

(ب) الحواجز البحرية: Sea Bars

وهي ظاهرة شائعة على طول سواحل شبه جزيرة قطر بأشكالها المتنوعة، فمنها على هيئة السنة Spits أو على شكل خطاطيف Hooks أو أنها مجرد حواجز رملية ليس لها اتصال باليابس، وهي عبارة عن أشرطة من الرواسب الرملية أو الرملية الكلسية، تتكون في المياه الشاطئية الضحلة، وغالبا ما تكون موازية لخط الساحل، ويبدأ في تكوين الحواجز حالما تأخذ الأمواج في التكسر Break عند ما تصل إلى مناطق المياه الضحلة، مما يضطرها إلى إلقاء بعض حمولتها من الرمال، يعاونها في ذلك كل من التيارات البحرية وحركة مياه المد والجزر، حيث تبسط الأخيرة الرواسب الرملية على المناطق التي تغمرها عمليات المد.

وتعمل الحواجز البحرية إذا ما تكونت على حجز مناطق تبدو على شكل بحيرات شاطئية ضحلة، من أمثلتها تلك التي تمتد فيما بين جزيرة رأس ركن والساحل القطري (الشكلان رقما ١-٧، ٨-٦)، وتظهر على شكل حاجزين بحريين تفصل بينهما فتحة تشقها الأمواج والتيارات البحرية، فالحاجز المحوري القريب من الساحل ذو اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، يمتد من خط عرض (٢٦ ١٠) شمالا حتى الفجر دون أن يبلغها، بطول يبلغ (٥,٧) كم، وعرض يتراوح بين (١٠٠-٣٠٠) م، وهو معقوف من طرفه الشمالي باتجاه الجنوب ويبلغ طوله (٥,٠) كم، ويبدو أنه قد تكون على مرحلتين مختلفتين، بحكم أنه يشتمل على نيتين هلايتين متصلتين، والحاجز المستعرض القصي يمتد فرع منه نحو الشرق لمسافة (٣,٣) كم مع تقوس محذب في نصفه الأخير، وفرع آخر نحو الجنوب لمسافة (٢) كم، وهناك ثلاثة حواجز صغيرة تتباين في أشكالها وأحجامها بقدر ما تتباين في امتدادها واتجاهاتها، وتقع فيما بين الحاجز المحوري وخط الساحل.

أما الألسنة البحرية والخطاطيف فهي عبارة عن حواجز، إلا أنها تختلف عنها في أنها تلتحم بالشاطئ من أحد طرفيها، ويمتد الطرف الآخر طليقا في مياه البحر (Evans, 1942, p. 846-865)، وغالبا ما تتكون الألسنة البحرية أمام فتحات الخلجان، حيث تساعد ظروف الموضع كلا من الأمواج والتيارات البحرية على إلقاء حمولتها في مياه الخليج الضحلة على هيئة ألسنة رملية سرعان ما تتجمع موادها فوق بعضها فتساهم في بناء جسور طبيعية من الرواسب الرملية والحصى، تزداد تدريجيا بمرور الزمن حتى تصل في النهاية إلى مرحلة يضعف خلالها أثر فعل الأمواج والتيارات البحرية في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي العام لهذه الألسنة البحرية. ويرجع انحناء الألسنة التي تبدو على شكل خطاطيف إلى أثر فعل الأمواج المائلة والتيارات البحرية وحركة مياه المد والجزر وطبيعة تراكم رواسب الألسنة البحرية على جوانبها.

وتتمثل الألسنة البحرية والخطاطيف أصدق تمثيل على طول الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، فبعضها بسيط التركيب وبعضها معقد، وبعضها تكون أثناء الهولوسين أو البلايستوسين كالخطاطيف المركبة الواقعة حاليا داخل اليابس إلى الشمال من مسيعيد (شكل رقم ١-٥)، وهناك لسان رملي يقع مقابل أم الحول، ويتصل



بالساحل من طرفه الشمالي، بينما يمتد طليقا باتجاه الجنوب، ولسان آخر يتشكل من الرمال الكلسية ويقع إلى الشمال من مدينة الوكرة، ويمتد من موقعه في الشمال باتجاه الجنوب لمسافة (١,٥) كم، ثم ينحرف نحو الجنوب الغربي لمسافة (١,٥) كم كذلك، حيث يقترب من خط الساحل في مواجهة مدينة الوكرة دون أن يتصل به.

إلى الشمال من مدينة الدوحة، وفي الشريط الساحلي الممتد حتى سميسمه توجد ألسنة رملية كلسية تختلف في أعمارها الجيولوجية وأشكالها وأحجامها، تحجز خلفها لاجونات وسبخات، وتتمثل في المنطقة الساحلية الواقعة بين معسكر الدحيل ووادي البنات، وبين الوصيل وسميسمه. وعلى طول القطاع الساحلي الممتد من رأس أم ليجي في الشمال حتى رأس أم صاع Ra's Umm Sa' حيث المدخل الشمالي لفرع خور الذخيرة في الجنوب (الشكلان رقما ١-٦، ٣-٥)، يسير لسان رملي بمحاذاة خط الساحل لمسافة (١٢) كم، إلا أنه ينحرف قليلا نحو الجنوب الغربي في طرفه الجنوبي، ويشير تكون هذا اللسان إلى أن المنطقة تتميز بضخوة مياهها وهدوئها، مما يساعد الأمواج والتيارات البحرية وحركة المياه في ممارسة عمليات الإرساب البحري، ويبدو أن المنطقة تكونت بها مجموعة متعاقبة من الألسنة الرملية، لعبت جميعا أدوارا هامة في تشكيل البحيرات الشاطئية والسبخات التي تؤدي في نهاية المطاف إلى نمو الساحل وتطوره على حساب البحر.

(ج) الشواطئ الرملية الشريطية القديمة: Chenier Beaches

يتبين لمن يتفحص الخريطة الجيولوجية لشبه جزيرة قطر (رقم ٢-١) أن الإرسابات الرملية عبارة عن شواطئ قديمة أرسبت في عصر الهولوسين، وتمتد على شكل خطوط موازية لخط الشاطئ، وتتكون من الرمال والكلس المتمثل في محارات القواقع التي كانت سائدة آنذاك، منها قوقع Gastropod، وتنتشر هذه الإرسابات على طول سواحل شبه جزيرة قطر، باستثناء بعض المواقع منها: على الساحل الشرقي، المنطقة الممتدة إلى الجنوب من مصب الزيت في مسيعيد، حيث تسود الشريط الساحلي بعض السبخات ومجموعات من الكثبان الرملية، وتظهر مخلفات الشواطئ القديمة في الداخل تحيط حاليا ببعض السبخات القارية، وتكوينات الدمام.

وعلى الساحل الغربي: من رأس عشييرج حتى دوحة أم الماء، والساحل الغربي لشبه جزيرة أم حيش، وربما يعزى عدم تكون مثل هذه الشواطئ في المواقع

السابقة إلى أن منسوبها كان أعلى من منسوب البحر آنذاك، لأن الشواطئ الشريطية القديمة كما يبدو تكونت في فترات كان منسوب البحر أثناءها مرتفعاً عدة أمتار عما هو عليه حالياً، هذه الفترات إما أن تكون حديثة فتمثلها الشواطئ التي تحيط بخط الساحل الحالي، وترجع إلى فترة جليد الفلاندري Flandrian التي حدثت في عصر الهولوسين، أي قبل الميلاد بستة آلاف سنة (Kassler, 1973, p.27)، وإما أن تكون قديمة فتمثلها الشواطئ التي تنتشر في الداخل إلى الجنوب من مسيعيد (شكل رقم ١-٨)، وربما ترجع إلى فترة البلايستوسين الأوسط.

٣- أشكال النحت البحري:

وهي أقل الأشكال الساحلية انتشاراً على طول سواحل قطر، منها:

(أ) الجروف الساحلية: Coastal Cliffs

مما لا شك فيه أن السواحل القطرية من السواحل السهلية المنخفضة، تغطيها مواد صخرية مفتتة، يقتصر تأثير حركة مياه البحر فيها على جرفها صوب البحر، مما يؤدي إلى ضحولة المنطقة الساحلية المجاورة. أما التكوينات الصخرية فتتصب منها جروف بحرية تتفاوت فيما بينها من حيث البعد الزمني، فهناك جروف ساحلية نشطة نسبياً كجبل فويرط على الساحل الشمالي الشرقي، والقطاع الساحلي الممتد من رأس أبو عمران الواقع شمال غرب مدينة الشمال حتى دوحة بن رحال، ورأس أبروق، ومنطقة غار البريد على الساحل الغربي.

وهي جميعاً ما زالت قائمة تلاطم صخورها الجيرية مياه الأمواج، مما يؤدي إلى تآكل قواعدها وتقويضها، ورغم ذلك تفتقر إلى الصور الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت البحري كالكهوف والأقواس والمسلات البحرية إلا ما ندر، كالحال في رأس أبروق، وما نشاهده في هذه المناطق عبارة عن جروف معلقة ترتفع إلى حوالي (٣-٤) أمتار، تنهار عند أقدامها ركامات من مفتتات وحصى وجلاميد صخرية ضخمة، علاوة على وجود أرصفة نحت صخرية قد تنحسر عن جزء منها مياه البحر وقت الجزر، فتبدو صخورها ذات اللون القاتم مسننة نخرة، نتيجة لعملية التجوية الكيميائية.

أما الجروف الساحلية الخاملة فهي ظاهرة أكثر انتشاراً، إذ تبعد أحياناً عن الساحل في حدود كيلومتر أو أقل، تفصلها عن البحر بعض رواسب الرمال الكلسية



الشاطئية وسهول تمثل أرصفة تحتائية كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق وأحيانا أخرى تفصلها رواسب السبخات كما يبدو واضحا في منطقة الخور ورأس المطبخ، وتشاهد بعض الجروف القديمة على بعد (٩) كم من خط الساحل على الجانب الشرقي لسبخة دخان، حيث كانت مياه البحر تضرب بأمواجها خلال نهاية عصر الميوسين الأعلى الشرفات الصخرية للشواهد الصحراوية الحالية فعملت على تراجعها.

ولما كانت هذه الجروف القديمة الشاهدة تتكون من صخور كلسية لينة، فإنها تستجيب بسرعة فائقة لفعل المياه الجارية، فتآكل صخورها وتنهار، وتتحول من هضبات منبسطة إلى أشكال مخروطية، ومن ثم إلى مسلات أرضية دقيقة سرعان ما تتقوض وتلاشى قممها مخلفة وراءها كومات من ركام السفوح، يرى متناثرا عند قواعدها، أو يغطي أديم الأراضي الصحراوية المجاورة. فالقادم من سبخة دخان باتجاه بلدة زكريت عبر شبه جزيرة أبروق يلاحظ مدى بُعد الجروف الساحلية القديمة عن مياه البحر الحالي، ولعل هذه المسافة تشير إلى مدى تطور خط الساحل عندما ارتفع اليابس القطري على إثر حركات رفع تكتونية، أصابت المنطقة التي تفصل سبخة دخان عن كل من خليج زكريت وخليج سلوى.

(ب) قنوات المد والجزر: Tidal Channels

وهي من أشكال النحت البحري، تكونت بفعل حركة المياه مدا وجزرا على طول قطاعات الساحل ذات الرواسب الرملية والطينية وتميزها انحدارات خفيفة، ويبدو أن قنوات المد والجزر تنتشر بصورة أوضح على طول الساحل الشرقي؛ لتوافر شروط تكوينها بدرجة أكبر مما هي على الساحل الغربي، ويمكن تتبعها بشكل خاص في المناطق المحمية، منها ما يوجد خلف اللسان الرمل الممتد من «رأس أم ليجي» حتى «رأس أم صاع»، وفي الفرع الشمالي لخور الذخيرة، والبحيرة الشمالية لخور العديد (الشكلان رقما ٣-٥، ٣-٦).

وما تتميز به قنوات المد والجزر أنها تتكون من قنوات رئيسة تتفرع منها أو تلتقي بها قنوات أخرى أصغر لتشكل في النهاية شبكة من القنوات المتشابكة المعقدة تتخذ في بعض الأحيان نمطا شجرييا، وهي كالمجاري المائية تتعرض للانحناء والانثناء والتشعب، وغالبا ما تفصل بينها جسور ذات انحناءات واضحة تتكون من المواد الطينية أو الرملية التي قامت بحفرها مياه المد من القنوات التي تتحرك

عبرها، وتخضع أنماط وأشكال قنوات المد والجزر والجسور الفاصلة بينها لقوة مياه البحر المتحركة عبر المجاري، ومدى قدرتها على نحت الرواسب المفككة ونقلها، فهناك قنوات ضيقة ضحلة أو خالية من المياه أثناء عملية الجزر وخاصة في القطاعات العليا من الشبكة، وهناك قنوات في القطاعات الدنيا عميقة ومتسعة، ما برحت المياه تغمرها وتبقىها على اتصال بالبحر.

ثانياً: السباخ (أو السبخات):

فمصطلح السَّباخ لغة في سَبَخَ (تسكين الباء) أو سَبَخَ (بافتح) أما السَّبخات فهي لغة في سَبَخَ (فتح السين وكسر الباء)، وكلاهما في المعنى واحد، فلا اختلاف إذا استخدم المصطلحان في المتن.

يتميز الساحل القطري بانتشار العديد من السبخات على طول قطاعاته، وتتفاوت في تجمعاتها وتباين في مساحاتها وتختلف في خصائصها من موقع إلى آخر، والجدول التالي يوضح مساحة السبخات في شبه جزيرة قطر:

جدول رقم (٣-١)*

مساحة السبخات ونسبها المئوية في قطر

الرقم	السبخات	المساحة	نسبتها
١	سبخات الساحل الشمالي الشرقي من الرويس حتى الجاسية	١٨,٧	٢,٧
٢	سبخة لهان	٤٥,٧	٦,٥
٣	سبخة الخور والدخيرة	٥٥,٠	٧,٨
٤	السبخات من سميسمه حتى الدوحة	١٤,٠	٢,٠
٥	سبخات نقيان قطر وخور العديد	٣٢٢,٥	٤٦,٠
٦	سبخات الساحل الشمالي الغربي من ما الظلوف حتى الزبارة	١٤,٦	٢,١
٧	السبخات من رأس عشيح حتى رأس دخان	٤٨,٨	٧,٠
٨	سبخة دحان	٧٩,٣	١١,٣
٩	سبخة الحرائح والدعة	٢١,٨	٣,١
١٠	مسحات غار الريد وأبو سمرة والعريق	٤٢,٤	٦,٠
١١	السبخات الجنوبية	٣٨,٢	٥,٥
المساحة الكلية		٧١٠	١

تم القياس من واقع الخرائط الطبوغرافية (١٥) لوحة، مقياس رسم ١:٥٠٠٠.

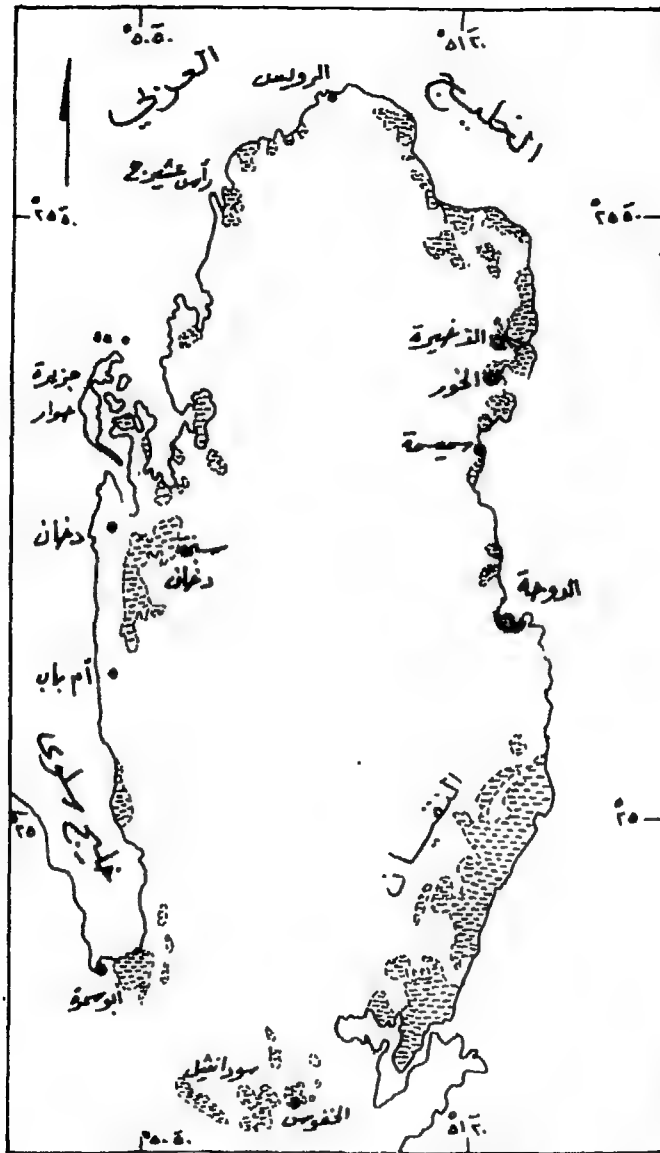
يلاحظ من الجدول أن السبخات تمثل (١, ٦٪) من جملة مساحة قطر، وهي نوعان: السبخات الساحلية، والسبخات الداخلية.

(١) السبخات الساحلية:

وهي في توزيعها (شكل رقم ٣-٧) تتركز على طول السواحل الشرقية، إذ تمثل (٦٥٪) من جملة مساحة السبخات، كما أنها تتفاوت بين قطاعات الساحل الواحد، فتشغل على طول الساحل الشرقي إلى الشمال من الدوحة ما نسبته (١٩٪)، بينما تشكل إلى الجنوب من الدوحة (٤٦٪)، وبالمقابل فإن توزيعها على طول الساحل الغربي إلى الشمال أو الجنوب من رأس دخان يكاد يكون متماثلاً فتبلغ النسبة في الحالتين (٩٪)، والذي يعنينا من هذا التوزيع أن الساحل الشرقي شهد وما يزال يشهد تطوراً ملحوظاً في خطوطه بسبب طبيعة تكوينه المتمثلة في استوائه وانخفاض قطاعات كثيرة من أجزائه، بخلاف الساحل الغربي الذي تسود الغالبية العظمى من قطاعاته عمليات النحت.

تظهر السبخات تارة على شكل شريط ساحلي لا يزيد عرضه على (٥, ٠) كم، كما هو الحال على الساحل الشرقي بين الخور والدوحة، وعلى الساحل الغربي بين بالظلوف والزبارة، وفي منطقة الخرائج والدعسة، وتغطي تارة أخرى مساحات شاسعة، فتتمتد متصلة لمسافة (٥٠) كم، وتتوغل داخل اليابس لأكثر من (١٠) كم، وتمثلها المنطقة الجنوبية الشرقية الواقعة إلى الجنوب من مسيعيد (نقيان قطر)، وخلافاً لذلك فإن هذه الصورة تكاد تختفي من المنطقة الساحلية الشرقية المحصورة بين الدوحة في الشمال وأم الحول في الجنوب، وبين رأس دخان شمالاً وأبو ظريفة جنوباً على الساحل الغربي، حيث تسود رواسب بحرية من الرمال الكلسية.

تعتبر السبخات الساحلية حديثة التكوين اقتطعت معظمها من البحر في عصر الهولوسين، ولذا يتفق توزيعها مع السواحل السهلية المنخفضة التي تتراوح مناسيبها ما بين مستوى سطح البحر عند حواشيتها الخارجية، وبين (٣) م فوق مستوى سطح البحر عند هوامشها الداخلية، وما فتئت أجزاء منها دون مستوى سطح البحر، الأمر الذي يسمح لمياهه بأن تغطي على سطوحها أثناء حركة مياه المد العالي حيث تتوغل في اليابس لمسافات قد تتراوح ما بين (٣-٥) كم، ويتم ذلك إذا كانت حركة المياه مصحوبة برياح شرقية قوية.



شكل رقم (٣-٧)
خريطة توزيع السبخات الساحلية والقارية
في شبه جزيرة قطر



• مناهج و استقراري بشري

فالمياه التي تغمر الشريط الساحلي من السبخات تنصرف مع حركة المياه وقت الجزر، بينما تلك التي توغلت لمسافات بعيدة تشكل منافع وبركا مؤقتة تتبخر أجزاء منها مخلقة وراءها قصرات ملحية، أو تتسرب عبر مسام حبيباتها حتى منسوب معين، وفي كلتا الحالتين تتميز بتصريف سيئ، وباقتراب مستوى المياه الباطنية من سطوح السبخات، الأمر الذي يبقى على رطوبة تكويناتها السطحية ولزوجتها فيصبح السير عليها خطيرا.

تفترش أرضية السبخات الساحلية جنوب مسيعيد رواسب رملية كوارتزية يبلغ سمكها ما بين (١٧-٣٠) م، في حين تتميز سبخات الخور والذخيرة برواسب من الطين المختلط بالدلومايت الذي يشكل نسبة تتراوح ما بين (١٠-٢٠)٪، ويسمك لا يتجاوز (٥٠) سم.

(ب) السبخات الداخلية (القارية):

وتقع بعيدا عن الساحل وتتمثل في سبختين: سبخة دخان، والسبخات الجنوبية وهي جَوي السلامة (الجوي: بفتح الجيم وكسر الواو: الماء إذا أنتن = مستنقع الماء) وسودا ثيل وعقلة المناصير والخفوس (شكل رقم ٣-٧).

(١) سبخة دخان:

تقع سبخة دخان إلى الشرق من حدة دخان، وإلى الجنوب من قاعدة شبه جزيرة أبروق وخليج زكريت بحوالي (٥، ٣) كم، وتشغل مساحة تبلغ (٧٩، ٣) كم^٢، بنسبة (١١، ٣)٪ من المساحة الكلية للسبخات، وتتراوح مناسيبها ما بين مستوى سطح البحر، (-٥) أمتار تحت مستوى سطح البحر، وتمتد بين الشمال والجنوب ما يقارب (٢١) كم، ويصل عرضها في جزئها الشمالي إلى حوالي (١١) كم، بينما لا يتجاوز عرضها في الوسط والجنوب (٢، ٥، ٤) كم على التوالي.

تتألف الرواسب السطحية لسبخة دخان من الطين والسلت ذات القوام الدقيق، جلبتها مجاري الأودية السيلية من الفتحات الصخرية التي قامت بنحتها من المناطق الجبلية المجاورة، ومن المحتمل أن تكون هذه الرواسب تالية لتكوين السبخة، لأن بشائر ظهور حدة دخان لم تبدأ إلا في نهاية عصر الميوسين أو ربما

في البليوسين (Cavelier, 1970, p. 34)، كما أن قصرات من المتبخرات (ملحية) تكونت عند الأطراف الشمالية الشرقية لسبخة دخان تبلغ مساحتها (٥ كم^٢)، وهي دليل على قدم هذه السبخة، وتعزيزاً للافتراض الذي يشير بأن سبخة دخان كانت سابقة لتكوين حدة دخان، فقد تَلَقَّتْ أثناء غمرها بمياه البحر إرسابات رملية بها بعض الأصداف البحرية ونسبة من الطين.

وبعد أن ظهرت حدة دخان ساعدت الظروف المناخية وخاصة أثناء الفترات المطيرة في عصر البليوستوسين على تكوين مجاري مائية كانت تنحدر من مرتفعات دخان باتجاه سبخة دخان؛ مما ساهم في إرساب كميات كبيرة من المقتات الصخرية الطينية والسلتية بالقدر الذي طمست معه معالم الرواسب البحرية رغم ارتباطها بمقعر زكريت الذي انفصلت عنه في العصر الجيولوجي الحديث، فانحجبت عنها نتيجة لذلك الإرسابات البحرية، واقتصرت على استقبال الإرسابات من حدة دخان، وقد ساعد منسوبها المنخفض، ووقوعها عند أقدام حدة دخان الإبقاء على رطوبة سطحها من جراء تسرب المياه الجوفية صوب قاعها، أضف إلى ذلك ما تستقبله من مياه الأمطار وقت سقوطها، ولكنها هامشية قياساً بالمياه الجوفية الدائمة.

(٢) السبخات الجنوبية:

وتقع في أقصى جنوب شبه جزيرة قطر على الحدود مع السعودية وتمثلها سبخات أربع هي من الغرب إلى الشرق: جَوِي السلامة وسودا نثيل وعقلة المناصير والخفوس، تبلغ مساحاتها مجتمعة (٣٨, ٢) كم^٢، أي بنسبة (٥, ٥)٪، أكبرها سبخة سودا نثيل حيث تمثل (٦٥, ٧)٪ من مجموع السبخات الجنوبية، (٣, ٦)٪ من المساحة الكلية للسبخات، وتقع بعض أجزاء هذه السبخات دون مستوى سطح البحر بحوالي (٢-) م وخاصة الجزء الشرقي من سبخة سودا نثيل، وما عدا ذلك فقد تتساوى سطوحها مع مستوى سطح البحر، أو تعلوه بـ (٣) م، وخاصة الأجزاء الشمالية والجنوبية من سبخة عقلة المناصير، وتفسير ذلك وقوع هذه الأجزاء عند هوامش إرسابات رملية سائبة، ساعدت الرياح على سفي كميات منها وإلقائها في هذه المواقع.

وهي - كما أوضحنا سابقاً - (راجع موضوع الطيات المقعرة ص ١٤٣) تمثل دليلاً لا يقبل الشك على أن البحر في البليوستوسين الأدنى كان قد فصل قطر التي

أضحت جزيرة عن الجزيرة العربية من خلال ذراع خليج سلوى المتجه نحو الجنوب الشرقي والذي التحم مع مقعر خور العديد ذي الاتجاه الشمالي الغربي في هذه المواقع، مخلفا وراءه نطاق السبخات الجنوبية بعد انخفاض منسوب سطح البحر، والتحام الرسغ القطري مرة ثانية بكتلة الجزيرة العربية.

ثالثا: الأحواض المغلقة (المنخفضات):

من السمات التي تسترعي الانتباه أن هيئة الأرض في شبه جزيرة قطر تشكل بالعديد من الأحواض المغلقة أو المفتوحة من جانب أو أكثر (المنخفضات)، وقد قام الباحث بحصر الأحواض المغلقة الموقعة على الخرائط الطبوغرافية لقطر مقياس رسم (١: ٥٠.٠٠٠)، فتبين له أن عددها يبلغ (١٢٥٢) حوضا مغلقا، وهي عبارة عن مساحة أرضية تحيطها خطوط الكنتور وتشكل إطارها الخارجي، وتنخفض عما جاورها من ارتفاعات (أي أنها مناطق تصريف)، موزعة كالتالي:

جدول رقم (٣-٢)

توزيع الأحواض المغلقة حسب اللوحات الطبوغرافية

النصف الغربي			النصف الشرقي		
%	العدد	رقم اللوحة	%	العدد	رقم اللوحة
٢٤	٣	٤٧٥/١٧٠	٠,٧٢	٩	٤٧٥/١٧٠
٢,٢٤	٢٨	٤٥٠/١٥٠	٢,٤٨	٣١	٤٥٠/٢٠٠
٢,٢٤	٢٨	٤٢٥/١٥٠	٤,٥٥	٥٧	٤٢٥/٢٠٠
٣,٥١	٤٤	٤٠٠/١٥٠	٧,٠٢	٨٨	٤٠٠/٢٠٠
١٣,٨١	١٧٣	٣٧٥/١٥٠	١٤,٩٤	١٨٧	٣٧٥/٢٠٠
١٤,٤٦	١٨١	٣٥٠/١٥٠	٧,٢٧	٩١	٣٥٠/٢٠٠
١٤,٠٦	١٧٦	٣٢٥/١٥٠	٥,٥١	٦٩	٣٢٥/٢٠٠
٥,٩٩	٧٥	٣٠٠/١٥٠	٠,٩٦	١٢	٣٠٠/٢٠٠
٥٦,٥٥	٧٠٨	المجموع	٤٣,٤٥	٥٤٤	المجموع

من الجدول السابق رقم (٣-٢) نلاحظ السمات التالية:

١- توزيع الأحواض المغلقة بين النصفين الطولين غير متكافئ، إذ يضم النصف الشرقي (٤٥، ٤٣٪) من مجموع الأحواض المغلقة، بينما تصل نسبتها في النصف الغربي إلى حوالي (٥٦، ٥٥٪)، ويعني هذا أن هناك تركزا واضحا لها في النصف الغربي مما يؤكد على انتشار العديد من الشقوق والمفاصل ذات العلاقة بنشأتها، ويوحى بوجود درجة من التباين في خصائص التركيب الصخري.

٢- تتزايد كثافة الأحواض المغلقة كلما اتجهنا نحو الجنوب (خاصة وسط الجنوب) (خريطة رقم ٣-٨)، إذ يبلغ عددها إلى الجنوب من خط عرض الدوحة (أي ابتداء من اللوحات ٣٧٥/٢٠٠ و ٣٧٥/١٥٠) حوالي (٩٦٤) حوضا مغلقا، أي بنسبة (٧٧٪)، وتصل نسبتها في هذه المواقع في النصف الشرقي (٢٨، ٧٪)، وفي النصف الغربي (٤٨، ٣٪) من المجموع الكلي.

٣- يلاحظ أن أكثر اللوحات الطبوغرافية احتواء للأحواض المغلقة في النصف الشمالي (اللوحة ٤٠٠/٢٠٠) لا تزيد نسبتها على (٧، ٠٢٪)، في حين تضم اللوحة التي تقع ضمنها الدوحة حوالي (١٨٧) حوضا مغلقا، أي بنسبة (١٤، ٩٤٪)، يماثلها لوحات طبوغرافية ثلاث تقع ضمن النصف الغربي وتضم مجتمعة (٥٣٠) حوضا مغلقا، أي بنسبة (٤٢، ٣٣٪)، ويعني هذا أن أقل من (ثلث) مجموع اللوحات الطبوغرافية تضم ما يقارب (٥٧، ٢٧٪) من الأحواض المغلقة.

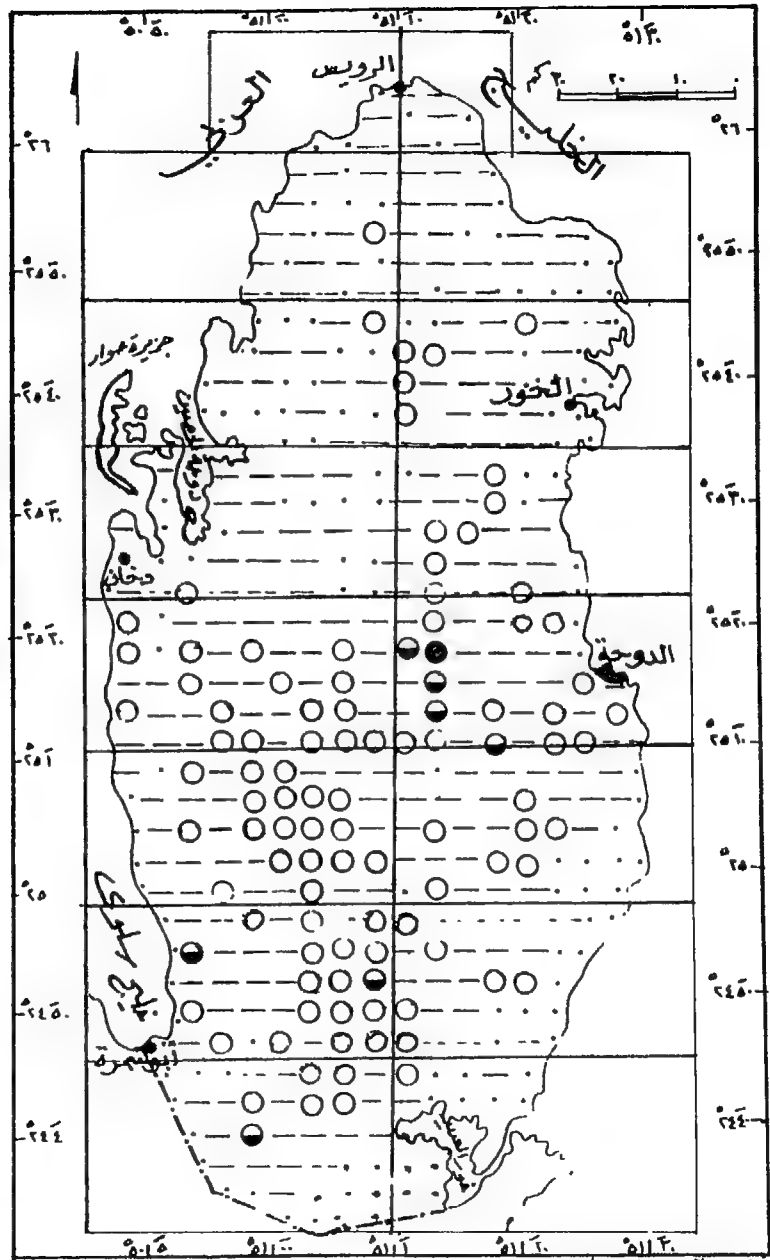
وقد تبين من خلال دراسة الخرائط الطبوغرافية أن الأحواض المغلقة تتباين فيما بينها من حيث الشكل والحجم، إذ تبدو على هيئة ندب أرضية تشبه فوهة بركان يتخذ بعضها شكلا دائريا كما هو الحال في أحواض فليحة والمرخية ومعيذر والوجبة، ويتميز البعض الآخر بالاستطالة كأحواض أم طاقة وسودا نثيل، ونوع ثالث ليس له شكل هندسي معين كأحواض المزروعة والماجدة وأحواض الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر.

تتراوح أقطار هذه الأحواض بين بضع مئات من الأمتار كأحواض النعمان والعوينة والكعبان، وعدة كيلومترات كأحواض الماجدة في الشمال وسودانثيل في الجنوب وأم طاقة في الوسط على سبيل المثال، وتفصل بين الأحواض المغلقة



٤٧٥/١٧٠	
٤٥٠/١٥٠	٤٥٠/٢٠٠
٤٢٥/١٥٠	٤٢٥/٢٠٠
٤٠٠/١٥٠	٤٠٠/٢٠٠
٣٧٥/١٥٠	٣٧٥/٢٠٠
٣٥٠/١٥٠	٣٥٠/٢٠٠
٣٢٥/١٥٠	٣٢٥/٢٠٠
٣٠٠/١٥٠	٣٠٠/٢٠٠

مفتاح الخريطة



شكل رقم (٣-٨)

خريطة توزيع كثافة الأصواف المغلقة في شبه جزيرة قطر



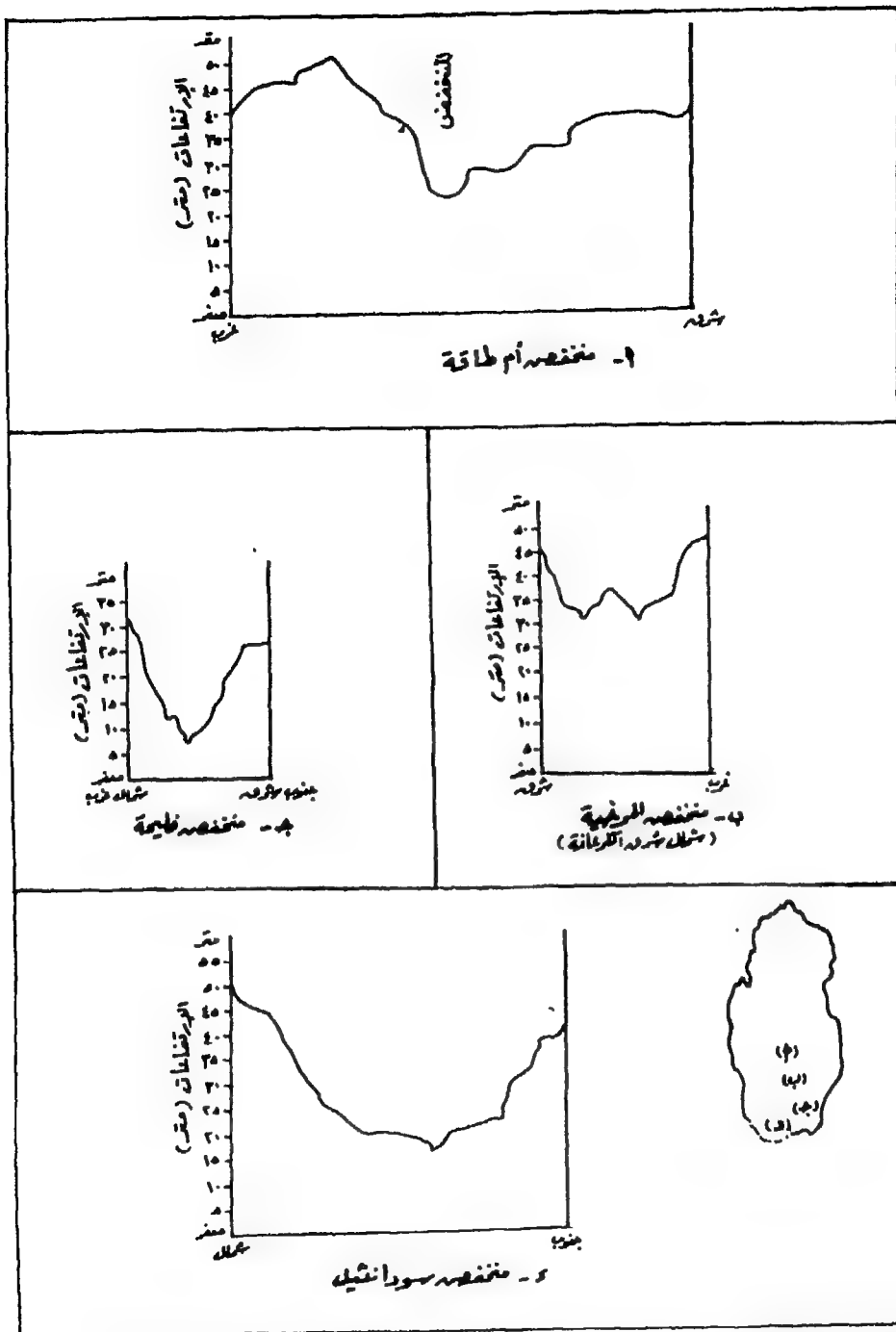
أراضي الحماد الصخرية التي تبرز فيها بعض التلال الشاهدة تطوق هوامش الأحواض، وتختلف عنها في المناسيب وفي خصائص التركيب الصخري، وهذا ما يفسر لنا الصلة بين خطوط الارتفاعات المتساوية وبين نوع الصخور وخصائصها، إذ ينخفض قاع بعضها بالنسبة للمستوى الموضعي إلى أكثر من (٣٠) م كحوض سودانثيل، وبعضها الآخر ينخفض ما بين (١٢-٢٤) م كأحواض أم طاقة والمرخية وفليحة، والعديد منها لا يمكن تمييزه إلا بشق الأنفس نظرا لضآلة الفوارق الرأسية بين قيعانها وما يحيطها من سطوح مستوية.

ولتوضيح هذه الخصائص قمنا برسم بعض القطاعات التضاريسية لأحواض مختارة هي أحواض «أم طاقة والمرخية وفليحة وسودانثيل»، فحوض أم طاقة يقع في وسط الغرب ويتفق مع خط عرض (٢٥°١٨') شمالا، وخط طول (٥١°٥') شرقا، يرتكز على محور طولي شمالي - جنوبي، يبلغ حوالي (٥,٣٥) كم، وعرض يتراوح ما بين (١,٥-٠,٣٥) كم، ويرتفع قاعه بين (٢٣-٢٧) م عن مستوى سطح البحر، ومن قراءة القطاع التضاريسي لهذا الحوض (رقم ٣-١٩) يتبين أنه عبارة عن حوض صندوق الشكل تحفه من جهة الغرب حواف صخرية شديدة الانحدار، تستمر حتى ارتفاع (٣٥) م، يأخذ الانحدار بعدها - رغم تزايد الارتفاع - بالتدرج اللطيف حتى القمة التي ترتفع إلى أكثر من (٥٠) م.

أما الجانب الشرقي فينحدر بشدة نحو القاع حتى ارتفاع (٢٨) م، ثم يتخذ السطح بعد ذلك شكلا سلميا (مصطبيا) يكاد يكون منتظما إلى حد كبير حتى ارتفاع (٤٠) م، وينفتح الحوض من جهة الشمال على سطح مستو يخلو من التعقيدات التضاريسية، بينما حالت دون امتداده نحو الجنوب حواف صخرية تتوسطها قمم تصل في ارتفاعها إلى أكثر من (٤٦) م، وهي امتداد طبيعي للحواف الصخرية في الغرب، حيث تتشكل من مخلفات صخرية تنتمي للدمام الأسفل (Edm1) وتضم علاوة على الطين الصفحي الحجر الجيري والدولومايت، ومن تكوينات الرس العائدة جميعها إلى الإوسين الأوسط والأسفل.

أما حوض المرخية المزدوج (شكل رقم ٣-٩ب) فيقع على يسار المتجه من الدوحة إلى أبو سمرة وقبل الكرعانة بحوالي (١٥) كم، ويتفق مع خط عرض (٢٥°٥') شمالا وخط طول (٥١°٩') شرقا، وهو عبارة عن حوضين صغيرين





شكل رقم (٢-٩) مقاطع عرضية لأعوان كهف مغلقة مختارة



يرتفعان (٣١) م عن مستوى سطح البحر، بفارق موضعي يتراوح ما بين (١٥-١٧) م، تفصلهما تلة ترتفع إلى (٣٧) م عن سطح البحر، ويبدو أن انحدار جوانب التلة باتجاه الحوضين شديد، ولكنه أقل حدة عند هوامش الحوضين، ويلاحظ من واقع الخريطة الجيولوجية أن الجانب الغربي لحوض المرخية الغربي يتشكل من تكوينات الدام الأسفل (حجر جيرى وصلصال)، وأن الجانب الشرقي وهو الأكثر انحدارا يتكون من الطمي ذي الحبيبات الدقيقة، يماثله في ذلك الجانب الغربي للحوض الشرقي، فيما يشكل الطمي (الجرول المتسمي لتكوينات الهفوف) ذو الحبيبات الخشنة الجانب الشرقي للحوض الشرقي، ولهذا السبب تباينت درجات الانحدار على كلا جانبي الحوضين.

يبدو أن حوض فليحة الذي يتفق في موقعه مع خط عرض (٢٤ ٥٠) شمالا، وخط طول (٥١ ١٨) شرقا، ويقع على بعد (٤) كم إلى الجنوب الشرقي من مزرعة الغشام، أكثر اتساقا في شكله الدائري من مجموعة الأحواض المغلقة، وفي انحداراته نحو قاع الحوض، (شكل رقم ٣-٩ج) ويعزى ذلك في المقام الأول إلى تشابه تكويناته (حجر جيرى ودلومايت) العائدة للإوسين الأوسط (الدمام الأعلى)، وإلى انتظام خطوط ارتفاعاته المتساوية، بيد أن وجود أحد جناحي كثيب رملي متمركز عند القاع وعلى ارتفاع (١٢) م، قطع تواتر هذا الانحدار وشوه انتظامه، وما يتميز به حوض فليحة وضوح معالم حدوده الخارجية، إذ تحيطه سلسلة من الحواف الصخرية تنحدر نحو الداخل من ارتفاع (٢٦) م، يخترقها من الشمال أحد خطوط التصريف الداخلية عبر فتحة تحفها الحواف الصخرية، فبدت على شكل خانق ضيق.

يتخذ حوض سودانثيل الذي يقع إلى الشمال مباشرة من خط عرض (٢٤ ٣٥) شمالا ويتفق مع خط طول (٥١ ٥) شرقا، شكلا طويلا شماليا - جنوبيا، ويمتد لمسافة (٥,٨٥) كم، ويتراوح عرضه ما بين (٢,٢-١,٢) كم، تحيطه من الشمال ومن الجانبين الشرقي والغربي حواف صخرية ذات علاقة بتكوينات الدمام الأسفل Edm1، فيما يتشكل قلب الحوض من تكوينات الرس Er، وهي تكوينات أقدم من سابقتها، الأمر الذي ساعد العوامل الخارجية على نحتها وإزالة أجزاء منها، فبدى الحوض بهذا التجويف والاتساع.



وبالنظر إلى القطاع التضاريسي لحوض سودانثيل (شكل رقم ٣-٥٩) يتضح لنا أن الانحدار يبدو لطيفا إذا اتجهنا من قاع الحوض (١٦) م صوب الشمال حتى ارتفاع (٢٠) م، يزداد الانحدار صعودا وبشكل منتظم تقريبا حتى خط ارتفاع (٤٤) م، أما صوب الجنوب فإن خط القطاع يبدو على شكل مدرج غير منتظم تعلوه مصطبة واضحة المعالم تقع على ارتفاع (٣٨) م وتمتد لمسافة (٥, ٠) كم.

وغالبا ما تغطي أرضية الأحواض المغلقة إرسابات من الطمي والغرين، تختلط معها بعض الرواسب الرملية الهوائية، وهي عموما إرسابات دقيقة يصل سمك آفاقها إلى أكثر من (٣) م في المتوسط (Cavelier, 1970, p. 25)، وتنمو فيها بعض الشجيرات الصحراوية التي لا يزيد ارتفاعها على (٣) م، تتراكم حولها في كثير من الأحيان أكوام من الرمال نقلتها وأرسبتها الرياح مكونة ما يسمى بالنبكة Sand Shadow التي ترتفع عن القاع الطيني والغريني ما بين متر إلى مترين.

وقد تباينت الآراء حول الكيفية التي نشأت بها الأحواض الصحراوية المغلقة، إذ من المرجح أن العوامل الجيولوجية هي التي مهدت لعمليات حفر الأحواض القطرية وتعميقها وتوزيعها، كما أنها مسؤولة عن تكوين مناطق ضعف جيولوجية تتمثل في الشقوق والمفاصل والشروخ، تغيرتها عوامل النحت الخارجية، فبدأت منها عمليات الحفر والإذابة لتكوينات الانهدرايت والجبس، فتحددت على إثرها الملامح الجيومورفولوجية للأحواض.

فحوض سمسمه Simsim Depression الذي يبعد (١٥) كم إلى الشمال الغربي من مدينة الخور قد تشكل على إثر تراجع الحواف الصخرية للجوانب الشمالية لقبة سمسمه، فإلى الجنوب الغربي من الخريص Al-Khrais الواقعة عند خط عرض (٢٥°٥٠') شمالا، اتسع الحوض الداخلي على حساب تراجع الحواف الصخرية صوب الجنوب، بحيث يتراوح ارتفاعه ما بين (٨-١٦) م عند أقدام الحواف الصخرية. وتفسير ذلك يتمثل في تباين التركيب الصخري، حيث تتابع أغشية سطحية من طبقات صلبة من الحجر الجيري الحبيبي والطباشيري مع تكوينات لينة تشتمل على الطين الجيري وطبقات رقيقة من الطين الصفحي، فإذا تأكلت الطبقات الرخوة قاعديا، يتقوض ما يعلوها من صخور فتراجع الحواف ويزداد تجويف الحوض، وهذا ما ينطبق على أحواض سودانثيل والقصيرة ومنطقة الكرعاة.

ولعل فعل بعض هذه العمليات كان يسود في فترة من الفترات، ويختفي في فترات أخرى، إذ اشتركت المياه التي كانت تنساب على سطح الأرض في قطر أثناء الفترات المطيرة في حفر الأحواض وتعميقها إما بالنحت أو الإذابة، وخلاصة القول أن نشأة الأحواض المغلقة (المنخفضات) لم تتم بواسطة عملية جيومورفية واحدة، بل إن المسرح الجيولوجي لشبه جزيرة قطر كان معدا بنسق ونظام بنيوي وسمات جيولوجية معينة، خضع بعدها لتأثير المياه السطحية الجارية والرياح التي لعبت دورا أساسيا في نشأة وتوسيع الأحواض وزيادة مساحتها على حساب تقويض الخواف الصخرية، وبهذا تحولت أجزاء كثيرة من شبه الجزيرة إلى سهول منبسطة من أراضي الرق الصحراوية فامتدت لتلتحم مع أراضي الحماد، في حين تتناثر تلال صخرية منعزلة تبرز على جوانب الأحواض، مما يدل على أنها مخلفات نحت، كان الباعث على وجودها العامل الليثولوجي.

ولظاهرتي الخراسيع Kharasi (مفردها: خرسة) والدحول Dehul (مفردها: دحل) علاقة وثيقة بنشأة الأحواض، إذ أضفت طابعا مميزا على السطح في قطر، حيث كانت الظروف في عصر البليوستوسين ملائمة لتكوين حفر إذابة كارستية، فالطبقات الصخرية التي تتألف منها تكوينات المنطقة قابلة للإذابة، والصخور الجيرية كثيرة الشقوق والمفاصل، كما أن الأمطار التي كانت تسقط على شبه جزيرة قطر إبان عصر البليوستوسين من الغزارة بحيث من المرجح أن تكون قد أدت إلى تكوين مجموعات Assemblages من الأشكال الأرضية سواء منها السطحي أو الباطني، ومن أهمها خرسة البحث الواقعة في الغرب وتتفق مع خط عرض (٢٥°١٦') شمالا وخط طول (٥٩°٥٠') شرقا، وخرسة الكرعانة التي تبعد كيلو مترين إلى الغرب من بلدة الكرعانة، والخراسيع عبارة عن أحاديث لم يكتمل هبوطها بعد، وتخلو فضلا عن ذلك من برك الماء Pools، فإذا ما اكتمل تشكيلها تحولت إلى نمط آخر من أنماط حفر الإذابة الكارستية ألا وهي الدحول Dehul.

فالدحول من الظاهرات الكارستية التي تكونت في مراحل لاحقة للخراسيع على إثر إذابة المياه المترسبة والجوفية لطبقات الانهيدرايت والجبس، وهي عبارة عن كهوف سطحية، وقد ساد اعتقاد بين سكان قطر بأنها خسوف أرضية تشكلت

بواسطة الشهب التي ترتطم بسطح الأرض، إلا أن (Thesiger, 1946, p. 136) نفى ذلك بقوله:

"A Khasfa is a name given to any well reputed to have been made by falling star, nothing in the appearance of the well supported this theory".

ويمكن أن نميز بين ثلاثة دحول: هي دحل المسفر الذي يقع بالقرب من «أم الشبرم» وعلى بعد (٦) كم إلى الشمال من طريق الدوحة - أبو سمره ودحل الحمام الذي يقع إلى الشمال من مدينة خليفة وعلى بعد (٣, ٥) كم من قلب العاصمة الدوحة ودحل المظلم الذي يوجد على مقربة من مزرعة خالد بن ناصر إلى الجنوب من محطة الأقمار الصناعية في مكينس.

وتراوح أعماق هذه الدحول التي تصل في كثير من الأحيان إلى مستوى المياه الباطنية ما بين (١٢) م في دحل الحمام، حيث يضم بركة من مياه عذبة تشوبها بعض الملوحة، ويعتقد أن هذا الدحل يمتد على شكل نفق باطني أفقي باتجاه البحر، تتخلل أرضيته بعض البالوعات العميقة التي لم يتم التعرف عليها بعد، وبين (٣٥) م في دحل المسفر، إذ تتجمع عند قاعدته كميات من المياه الجوفية ولكنها ليست بالكثرة التي تشاهد في دحل الحمام، ويظهر دحل المسفر من الداخل على شكل منحدر تغطي أجزائه العليا كتل صخرية انفصلت من السقف فانهارت واستقرت في مواضعها الجديدة، بينما تغطي أرضيته في أجزائه الدنيا فرشاة رملية من المحتمل أنها تجمعت على إثر سفي الرياح لها، أما دحل المظلم فهو عبارة عن شق ضيق عند الفوهة والقاعدة متسع على شكل قُدرٍ فيما بينهما.

وأشار (Cavelier, 1970, p. 29) بأن عمليات الحفر والتنقيب عن النفط قد أرشدت إلى وجود العديد من التراكيب الانهيارية الجوفية بأشكالها الدائرية، حيث تتراوح أبعادها بين (١, ١٠-٠٠) كم، وتميل طبقاتها ما بين (٥-١٠) درجات، وقد تصل إلى (٣٠) درجة، لذلك تكونت طيات داخلية مقعرة Negative Amplitude على إثر عمليات التحلل الكيميائي وإذابة الأملاح والمتبخرات في الأعماق.

رابعاً: المسل المائية والأودية الجافة: Dry Water-Runlets

حاول الباحث من دراسته لخرائط قطر الطبوغرافية (١٥) لوحة مقياس رسم ١: ٥٠.٠٠٠ إجراء حصر لعدد المسل المائية الجافة يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٣)

أعداد المسل المائية الجافة وروافدها موزعة حسب اللوحات الطبوغرافية

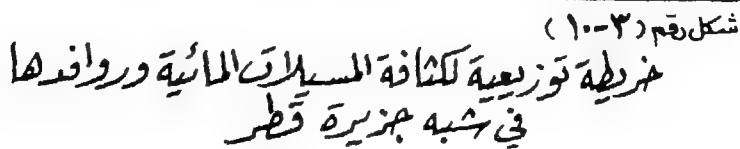
رقم اللوحة	العدد	%	رقم اللوحة	العدد	%
٤٥٠/٢٠٠	٥٦	٩,١١	٤٧٥/١٧٠	٤٥	٧,٣٢
٤٢٥/٢٠٠	٨٨	١٤,٣١	٤٥٠/١٥٠	١٢٤	٢٠,١٦
٤٠٠/٢٠٠	٨٤	١٣,٦٦	٤٢٥/١٥٠	٧٧	١٢,٥٢
٣٧٥/٢٠٠	٥٤	٨,٧٨	٤٠٠/١٥٠	٣٣	٥,٣٦
٣٥٠/٢٠٠	-	-	٣٧٥/١٥٠	١٧	٢,٧٦
٣٢٥/٢٠٠	٤	٠,٦٥	٣٥٠/١٥٠	٢١	٣,٤١
٣٠٠/٢٠٠	٢	٠,٣٣	٣٢٥/١٥٠	٢	٠,٣٣
-	-	-	٣٠٠/١٥٠	٨	١,٣٠
المجموع	٢٨٨	٤٦,٨٤	المجموع	٣٢٧	٥٣,١٦

من الجدول رقم (٣-٣) (وشكل رقم ٣-١٠) تتبين لنا الحقائق التالية:

١- يضم النصف الشرقي لشبه جزيرة قطر ممثلاً باللوحات الزوجية (٤٦,٨٤٪) بينما يضم النصف الغربي الذي تمثله اللوحات الفردية (يستثنى رقم ١) حوالي (٤٥,٨٥٪) من عددها البالغ (٦١٥) مسيلاً بروافدها، ولعل هذا يوضح مدى التعادل في التوزيع تقريباً بين نصفي شبه الجزيرة.

٢- تنفرد اللوحات ٣، ٤، ٥، ٦ بأكثر من (٦٠٪) من عدد المسل وروافدها، يخص اللوحة رقم ٣ أكثر من (٢٠٪)، في حين تخلو اللوحة رقم ١٠ من هذه المسل؛ لأن المنطقة تسودها رواسب السبخات والرمال الهوائية.

٣- يلاحظ أن أكثر من (٩٠٪) من المسل وروافدها تتشعب فيما بين الرويس وخط عرض الدوحة، ويرتبط هذا التوزيع من جانب بالتكوينات الصخرية وما تتميز بها من خصائص بنيوية تسمح بوجود جريان سطحي، وبغزارة الأمطار



التي تتركز من جانب آخر في الأجزاء الشمالية من شبه جزيرة قطر، وخاصة الأجزاء الغربية منها.

التصريف المائي وعلاقته بالتضاريس:

تتميز المسل المائية والأودية في قطر بأنها جافة، لا تسيل فيها المياه إلا في فترات محدودة من السنة، وليس من الضروري أن تملأ المياه السيلية كل قطاعات الوادي، بل تقتصر في غالب الأحيان على أحد القطاعات دون الآخر، ومن هنا يبدو أن دور المياه السطحية الجارية في تشكيل ملامح السطح في قطر دور تسوية وطمهيد أكثر منه عامل تخديد، ووسيلة طمس للمعالم بدلا من أن يكون مدعاة لخلقها وإبراز تفاصيلها، ويظهر ذلك من خلال علاقته بالعوامل التالية:

١- ندرة الأمطار:

تقع شبه جزيرة قطر على هوامش المطر الشتوي التابع لنظام البحر المتوسط من ناحية الشمال، وتجاور هوامش المطر الصيفي من ناحية الجنوب، وبهذا الموقع تخضع لنطاق الجذب المعتدل الذي يبنى قياساته على الاحتمالات، ويتمثل بهذه الصفة مع العالم العربي الجاف، وبطبيعة الحال ينعكس أثر هذا الموقع على معدلات المطر السنوي التي تتراوح بين (٢٠-٨٠) مم، تسقط جميعها في فترة قصيرة وتأتي بها الانخفاضات الجوية المتوسطة المصاحبة للغريبات، والعواصف الرعدية التي تشكل محليا على إثر نشاط التيارات الهوائية الصاعدة.

٢- استواء السطح:

يغلب على سطح قطر الاستواء وتدني المناسيب، إلا في بعض المناطق الواقعة في الغرب والجنوب الغربي (خريطة رقم ١-١١)، وتبعاً لذلك يتميز الانحدار ببساطته، مما يؤثر على كمية المياه الجارية، ويتج عنه انتشار المياه على السطح المستوي الذي يساعد بالتالي على زيادة الفاقد بالتسرب أو بالتبخر، فلا يبقى منها على السطح إلا كميات قليلة، وتفقد بالتالي قوتها وقدرتها على نحت الصخور وتكوين مناطق مخددة ومضرسة على نحو ما تتمتع به المناطق ذات الانحدارات الشديدة والأمطار الغزيرة، لذا تبدو الأودية كمظهر سطحي باهت على اللاندسكيب الطبيعي.



٣- نوع الصخور التي يتكون منها سطح قطر:

إذا كان لعنصري الانحدار والاستواء، وتدني المناسيب، وقلة الأمطار أثر على كمية التصريف المائي وأنماطه، فإن لنوع التركيب الصخري وخاصة درجة نفاذيته للمياه Permeability ومدى مساميته Porosity أكبر الأثر على العلاقة بين التصريف المائي والبنية الجيولوجية والتي تبدو علاقة طردية، فعلى الرغم من تعرض شبه الجزيرة القطرية - كما أوضحنا - لحركات تكتونية طفيفة، إلا أن التكوينات الصخرية وخاصة السطحية منها قد اكتسبت كثيرا من الخصائص انعكست على ما يمثل بها من شقوق ومفاصل وبعض الصدوع، الأمر الذي أعطى للتركيب الصخري القدرة على طمس معالم بعض خطوط التصريف المائي السطحي، وعلى النقيض من ذلك ساهمت في تغذية الخزانات المائية الجوفية، وبالتالي ارتفاع منسوب المياه فيها ليتم تعويض الفاقد من الاستهلاك البشري.

بالإضافة إلى ذلك فإن كميات الأمطار الساقطة قد عملت على استمرار إذابة التكوينات الصخرية الجيرية المختلطة برواسب من المتبخرات، وحملها معها أثناء تسربها رأسيا في الصخر، ويتوالي هذه العملية تتسع فجوات الإذابة والفراغات البينية التي تتفق إلى حد كبير مع نقط الضعف الميكانيكي، ولهذا يتأثر التصريف المائي السطحي بمدى نفاذية الصخر وقابليته لتسرب المياه نحو الباطن.

فقد سجل ليوبولد وآخرون (Leopold and Others, 1964, p. 101) بعض الأرقام عن النفاذية النسبية لبعض الصخور وهي كما يلي:

الصخور النارية والمتحولة	١	الطين الصفحي	٥
الصخور الجيرية	٣٠	الحجر الرملي	٥٠٠

ومهما يكن قوله فإن هذه الأرقام تعطي ولو فكرة عامة عن التفاوت النسبي بين أنواع الصخور فيما يتعلق بنفاذيتها للمياه، والذي يهمنا أن غالبية الصخور التي يتكون منها سطح قطر ذو نفاذية عالية (سيوضح ذلك عند دراسة موارد المياه)، مما يؤدي إلى قلة خطوط التصريف المائي، أما الطين الصفحي فإن طاقته التسريبية تقل كثيرا عن الحجر الجيري مما يساهم في زيادة فرص الانسياب السطحي، وبالتالي زيادة كثافة التصريف المائي، ولعل هذه الخاصية (وجود الطين

الصفحي) تتمثل في الطبقات الصماء التي تفصل بين الطبقات الحاملة للمياه في مختلف أنحاء قطر.

ولئن كانت تلك هي العوامل الأكثر تأثيراً على التصريف المائي وديمومته وكثافة توزيعه وأنماطه، فإن ارتفاع درجات الحرارة في جميع مناطق قطر، وحركة الهواء الأفقية Advection التي تتميز بدفئها، تساعد على نشاط عملية التبخر، ومن ثم تقلل من فرص انطباع التصريف المائي السطحي، فمما لاشك فيه أن تكون كل هذه العوامل قد تضافرت فيما بينها وأدت إلى تشتيت ما يسقط من أمطار قليلة على سطح الأرض في قطر، لذا يتميز التصريف المائي السطحي بخصائص معينة أبرزتها مجموعة العوامل السابقة، ستوضح من خلال دراستنا للأمور التالية:

خصائص أحواض المسل المائية والأودية الجافة:

يتبين من دراسة خرائط قطر الطبوغرافية (١٥ لوحة مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠) أن المسل التي طبعت آثارها على سطح قطر، أمسلة سيلية مؤقتة، تنساب فيها المياه في موسم سقوط الأمطار، وهي قصيرة لا تتجاوز أطوالها في المتوسط (٧) كم، وتناقش الدراسة المورفومترية لأحواض المسل الموضوعات التالية:

أولاً: مساحات أحواض المسل المائية. ثانياً: أبعاد أحواض المسل المائية.

ثالثاً: أشكال أحواض المسل المائية. رابعاً: تضاريس أحواض المسل المائية.

أولاً: مساحات أحواض المسل المائية المختارة:

وقد تم اختيار (٥) أحواض للتصريف هي مسل: السويحية، النعمان، إرفيج (الرفيق)، الريان، والسيلية. والجدول التالي يوضح القيم المطلقة لمساحات الأحواض، مع ملاحظة أننا سنذكر كلمة «إرفيج» في المتن:

جدول رقم (٣-٤)

مساحات أحواض المسل المختارة (كم^٢)

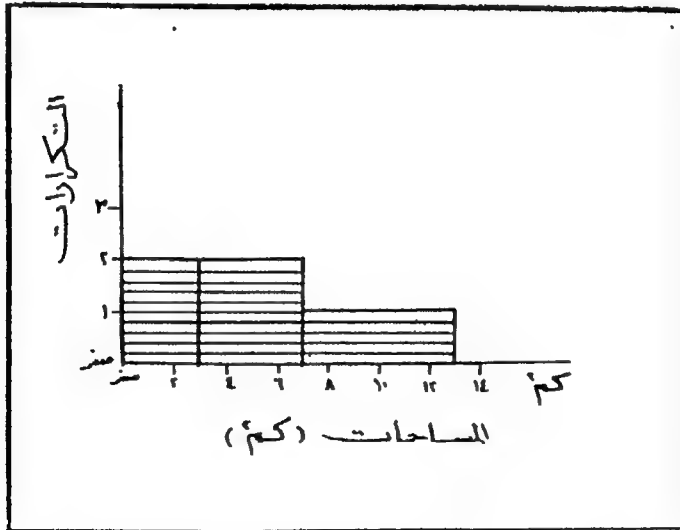
الحوض	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية	المجموع
المساحة	١٣,٥	٧,٢	٧	٤	٢,٥	٣٤,٢

نستخلص من (الجدول السابق رقم ٣-٤) الخصائص التالية:

١- يلاحظ أن أكبر أحواض المسل المختارة مساحة حوض مسيل السويحلية إذ يمثل (٣٩,٥٪) من مجموعة المساحة، بل يعتبر أكبر أحواض المسل السيلية مساحة في شبه جزيرة قطر، فيما يعتبر حوض مسيل السيلية أصغرها (الأحواض المختارة) إذ لا تتجاوز نسبة مساحته (٧,٣٪).

٢- تقسم أحواض المسل إلى فئتين مساحيتين (وفق المتوسط البالغ ٦,٨٤ كم^٢)، فئة تقل مساحاتها عن المتوسط العام وهما الريان والسيلية، وفئة تزيد مساحاتها وهي السويحلية والنعمان وإرفيج.

٣- يتضح أن الفئة الثانية (من ٥ - أقل من ١٠) (شكل رقم ٣-١١) تمثل حداً فاصلاً بين الأحواض التي تتناقص تكراراتها وتزايد مساحاتها، والأحواض التي تزايد تكراراتها وتتناقص مساحاتها.



شكل رقم (٣-١١)

الدرج التوزيعي التكراري لفئات مساحات أحواض المسيلات المائية

- ٤- يعكس مدرج التوزيع التكراري تناقصا واضحا في تكرار مساحات أحواض المسل التي تفوق قيمة المتوسط، وينفرد بها حوض مسيل السويحية.
- ٥- يتبين أن مدرج التوزيع التكراري غير متكافئ على جانبيه، إذ تميل قمته نحو الجانب الأيسر، ويتجه بذيله صوب اليمين، فإنه يمثل التواء بسيطا موجبا.
- ٦- الاتجاه المحوري هو الصفة الغالبة على أحواض المسل، إلا أن هناك تفاوتات واضحة في كيفية هذا الاتجاه ومحصلته، يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٥)

اتجاهات أحواض المسل المختارة وقيم زوايا الاتجاه

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
الاتجاه وزاويته	١٥ غ.غ.ش	١٨٠ ق.غ	٦٥ ش.غ	٢٠ ج.ق	٤٤ ج.ق

ثانياً: أبعاد أحواض المسل المختارة:

نقصد بها: طول الحوض، عرض الحوض، ومحيط الحوض.

١- طول الحوض:

يعني طول الحوض المسافة بين المصب وأبعد نقطة تقع على المحيط، وتوازي خط التصريف الرئيسي (Schum, 1955, p. 612) والجدول التالي يوضح نتائج القياس:

جدول رقم (٣-٦)

أطوال أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
طول الحوض	٦,٩	٦	٥,١	٣,٨	٣,٧

ومن الجدول السابق نلاحظ خصائص الطول التالية:

(أ) تتمثل أقصى قيمة للطول في حوض مسيل السويحلية، بينما تتمثل أدناها في حوض مسيل السيلية.

(ب) يمثل طول حوض مسيل إرفيج (١, ٥) كم المتوسط العام، ويعني هذا أن التكرارات على كلا الجانبين متعادلة مع اختلاف في قيم الأطوال.

(ج) يكشف الجدول السابق عن انحراف معياري واضح في أطوال أحواض المسل عن المتوسط الحسابي، حيث يبلغ (١, ٢٤) بمعامل اختلاف يصل إلى (٢٤٪).

(د) من الملاحظ أن أحواض المسل التي تزيد أطوالها على المتوسط العام وتميزها مساحات كبيرة، ترتبط بنطاقات الشقوق والمفاصل والمصببات المفتوحة، أما أحواض المسل التي تبلغ أطوالها أدنى قيم لها وتمثلها مساحات صغيرة ترتبط نسيباً بمصببات حوضية مغلقة.

٢- عرض الحوض:

تم حساب العرض على أساس:

(أ) خارج قسمة مساحة الحوض على طوله (متوسط العرض).

(ب) قياس أقصى وأدنى عرض للحوض من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٥٠.٠٠٠، والجدول التالي يوضح نتائج الحساب والقياس.

جدول رقم (٣-٧)

القيم المحسوبة والمقاسة لعرض الحوض (كم)

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
متوسط العرض	١,٩٦	١,٢	١,٣٧	١,٠٥	٠,٦٨
أقصى عرض	٣,٧	٢,٣٥	٢,٢٥	٢,٢٥	١,٢٥
أدنى عرض	١,٠٠	٠,٥٥	٠,٣٥	٠,٣٠	٠,٣٥

يشير الجدول السابق (رقم ٣-٧) إلى الخصائص التالية:

(أ) يمثل متوسط عرض حوض مسيل السويحية أعلى قيمة محسوبة (١,٩٦ كم)، وهي قيمة تنطبق على أقصى وأدنى عرض، لذا يعتبر أكبرها على الإطلاق إذا وضعنا خصائص المساحة والأبعاد في الاعتبار، أما أدنى قيمة محسوبة فيمثلها من المسيل المختارة حوض مسيل السيلية (٠,٦٨ كم)، وتتفق هذه الخصائص مع قيم المساحة وأبعاد الحوض الأخرى (باستثناء أدنى عرض).

(ب) تتأرجح باقي المتوسطات بين هاتين القيمتين، إذ يبلغ الانحراف المعياري لهذه المتوسطات (٠,٣٨)، بمعامل اختلاف (٦,٧٪)، ومعنى ذلك أن قيم المتوسط أكثر تمثيلاً لخصائص الحوض من قيم الطول، لأنها توحى بعدم وجود فروقات شاسعة بين متوسطات العرض.

وقد تم تقسيمها إلى فئات العرض التالية بحسب مساحاتها وأطوال أحواضها يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٣-٨)

التوزيع التكراري لفئات متوسط العرض (كم)

الأحواض المثلة لكل فئة	التكرار		الفئات
	العدد	%	
السيلية	١	٢٠	٠,٩ - ٠,٣
النعمان، إرفيج، الريان	٣	٦٠	١,٥ - ٠,٩
السويحية	١	٢٠	٢,١ - ١,٥

ومن الجدول السابق نستخلص التالي:

(أ) فئة يتفق متوسط عرضها مع مساحتها وطولها، وتمثلها الفئة الأولى والثالثة، وتشكل (٤٠٪) من عدد الأحواض المختارة، وتنطبق هذه الخصائص على أصغر الأحواض المختارة وأكبرها مساحة، وهما حوضا: السيلية والسويحية.

(ب) فئة وسطى تجمع بين الأحواض الصغيرة (الريان) والمتوسطة (النعمان وإرفيج) وتبلغ نسبة تكراراتها (٦٠٪)، ويبدو أن الفروقات بين قيم هذه الفئة بسيطة، رغم اختلاف المساحات والأطوال، إذ تتراوح بين (٠,١٧ - ٠,٣٢) كم.

حدود القيم القصوى والدنيا لعرض الحوض:

يعكس متوسط العرض ملامح عامة، ولا يمثل حقيقة العرض وواقعه؛ لأنه اعتمد على المساحة والطول، لذا قمنا برصد أقصى وأدنى قيم للعرض بهدف الحصول على صورة صادقة إن أمكن لخصائص العرض نلخصها في التالي:

(أ) احتفظ حوض مسيل السيلية بترتيبه في مؤخرة أحواض المسل المختارة بالنسبة لأقصى عرض، وهي صفة ملازمة في واقعها ومتفقة في قيمتها مع خصائص المساحة وأبعاد الحوض، في حين تفوق في قيمته الدنيا على حوض مسيل الريان الذي تزيد مساحته بأكثر من مرة ونصف، وتعادل مع حوض مسيل إرفيج الذي يتفوق في مساحته بحوالي (٣) أضعاف تقريبا.

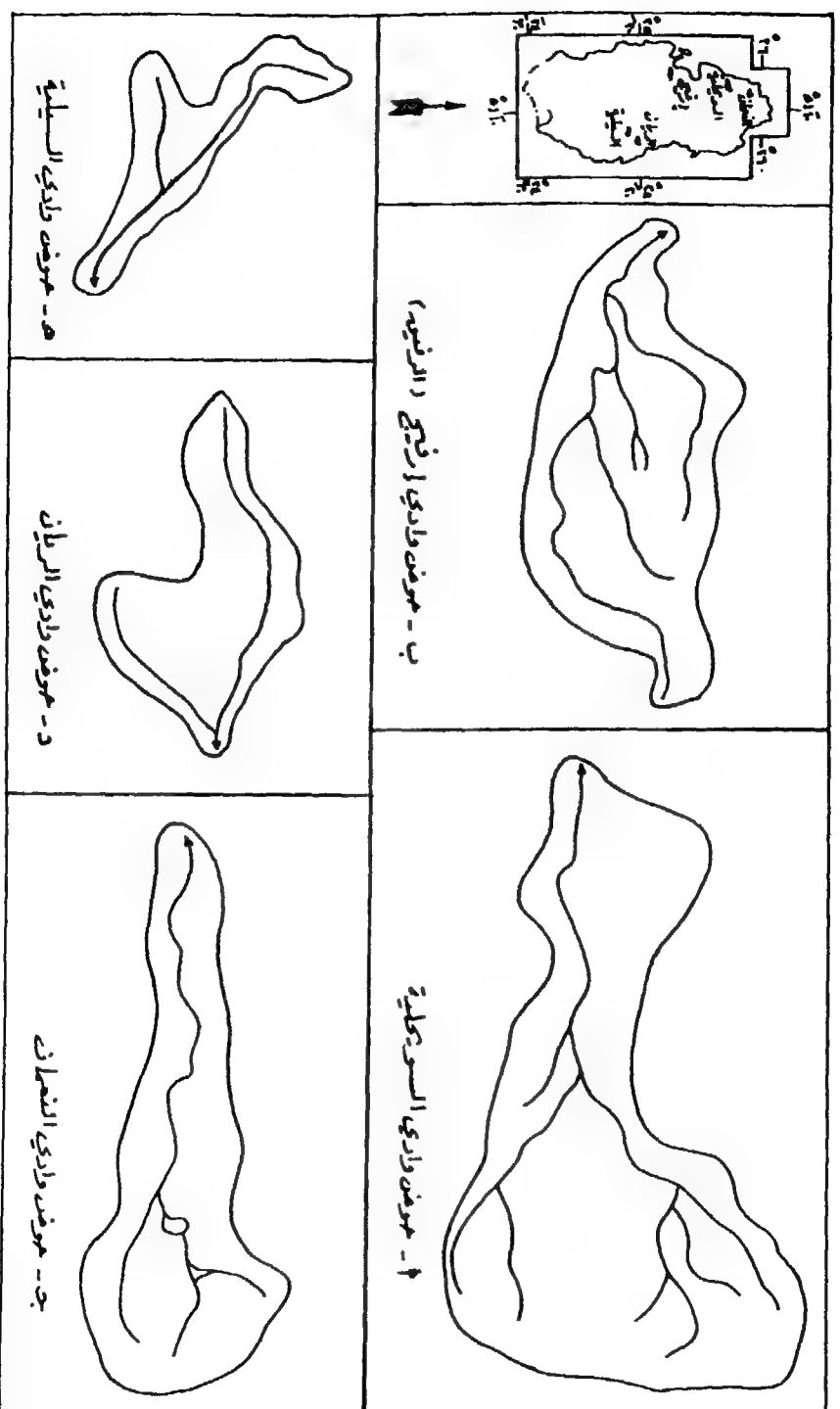
(ب) توحى أقصى وأدنى قيم للعرض بأن أحواض المسل المختارة بعيدة عن الانتظام والاتساق، وأن توزيع هذه القيم على امتداد أحواض المسل المختارة غير متوازن، فنلاحظ أن النصف الشرقي من حوض مسيل السيويلية يتماثل في عرضه، ويبدو منتظما، بينما يختلف هذا الانتظام في النصف الغربي حيث يتناقص العرض ثم يتزايد ليتناقص مرة أخرى عند المصب.

(ج) لعل حوض مسيل النعمان يمثل أنموذجا آخر، يبدو فيه اتساق الحوض متفقا مع الجزء الشرقي (المنابع) الذي يصبح شكله إذا ما التحم مع العنق دائريا منتظما تقريبا، أما باتجاه المصب فيضيق الحوض بعد انفراج، وتقترب خطوط تقسيم المياه من خط المجرى الرئيسي لانعدام الروافد على جانبيه (خريطة رقم ١٢-٣ ج).

(د) أما أحواض مسل الريان وإرفيج والسيلية فتتمثل نماذج مغايرة لما سبق، إذ تضيق أحواض المسل عند المنابع والمخارج، وتتسع في الوسط لاتصال العديد من الروافد بالمجرى الرئيسي في هذه المواقع، ومثالنا حوض مسيل إرفيج (خريطة رقم ١٢-٣ ب).

٣- محيط الحوض:

تم تحديد أحواض المسل المختارة بخطوط تمثل مناطق تقسيم المياه، تمتد عمودية على خطوط الكتور في بعض الأحيان، أو موازية لها في أحيان أخرى، والجدول التالي يجمع نتائج قياس أطوال محيطات أحواض المسل المختارة:



خريطة شبكات التصريف الرئيسية وروافدها

شكل رقم (٣-١٢)

جدول رقم (٣-٩)

أطوال محيطات أحواض المسل المختارة (كم) مرتبة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
أطوال المحيطات	١٨,٣	١٣,٧	١٢	٩,٩	٩

من الجدول السابق والشكل (٣-١٢) نستخلص الخصائص التالية:

(أ) تتميز أحواض المسل ذات المساحات الكبيرة بمحيطات أطول من أحواض المسل ذات المساحات الصغيرة، ويلاحظ أن أطوال محيطاتها تتناسب مع هذه المساحات.

(ب) يتبين أن أكبر أحواض المسل المختارة مساحة وهو حوض مسيل السويحية يمثل أطول محيط، حيث يبلغ (١٨,٣) كم، في حين يعتبر حوض مسيل السيلية أصغر الأحواض مساحة، ويخصه أصغر طول للمحيط (٩) كم، وهي خصائص تتفق كثيرا مع أبعاد الحوض الأخرى.

(ج) ربما يعزى التفاوت في أطوال المحيطات من جانب إلى أنظمة الشقوق والفواصل التي تتميز بها التكوينات الجيولوجية واتجاهاتها المتباينة، وإلى اتصال العديد من الروافد الكبيرة ذات الرتب الأدنى بأحواض المسل الرئيسية على كلا جانبيها من جانب آخر، ويتمثل ذلك في حوض مسيل السويحية.

(د) يتزايد المدى بين أطوال محيطات أحواض المسل المختارة، وهذا ما يؤكد انحراف القيم عن المتوسط، حيث يبلغ هذا الانحراف (٣, ٢٣) بمعامل اختلاف يبلغ في حدود (٢٥,٧)٪ وهو أمر طبيعي، ما دامت تضم أحواضا متفاوتة الخصائص، سواء أكانت جيولوجية أم مورفومترية.

ثالثا: أشكال أحواض الأودية المختارة: Shapes

يعتبر شكل الحوض المتأثر بالأنماط الصخرية، والمؤثر على كثير من العمليات التي تسود الحوض ونظام التصريف فيه، أحد الخصائص الطبوغرافية الهامة، وهذا ما سيتضح من الدراسة التالية، وقد تم اختيار مقاييس الشكل التالية:

١ - استدارة الحوض . ٢ - استطالة الحوض .

١ - استدارة الحوض : Circularity Ratio

تعتمد كما أشار ميلر (Miller, 1953, p. 8) على مساحة الحوض وطول المحيط . ووصفها ميلتون (Milton, 1958, p. 446) بأنها تقيس مدى تماثل شكل الحوض مع الدائرة، والجدول التالي يوضح قيمها:

جدول رقم (٣-١٠)

نسب استدارة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلىة
نسب الاستدارة	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٦١	٠,٥١	٠,٣٩

نستخلص من الجدول السابق و(شكل رقم ٣-١٢) الخصائص التالية:

(أ) يتماثل حوض مسيل إرفيج مع الشكل الدائري، ويتفق هذا مع قلة انحناءات خط تقسيم المياه، ويتطابق مع الخط الكفافي الذي لا يؤثر عليه توغل أي من أحواض الروافد، أو فجاج الرتبة الأولى، ومع ذلك فإن اتجاهات خط المحيط تحكمها في كثير من الأحيان خصائص البنية، ويبدو ذلك واضحاً في شكل حوض مسيل النعمان الذي يعتبر أقل تماثلاً مع الشكل الدائري من حوض مسيل إرفيج وخاصة الجزء الشمالي.

(ب) يعتبر حوض مسيل السيلىة أكثر الأحواض ابتعاداً عن خصائص الشكل الدائري، ويعزى ذلك إلى خلو الأجزاء العليا والدنيا من الروافد واقتصارها فقط على الجزء الأوسط برافد وحيد استطاع أن يتحكم في تراجع خط المحيط، مما خلق وضعاً غير متماثل، انعكس بدوره على خصائص الشكل.

(ج) نفترض أن النسبة (٠,٥٠) تمثل حداً فاصلاً بين خصائص الشكل الدائري ونقيضه، فإن (٦٠٪) من عدد أحواض المسل المختارة تقترب من الشكل الدائري، بيد أن درجات الاقتراب والابتعاد عن هذا الشكل تتباين من حوض

إلى آخر، ويعكس هذا التباين مدى ارتباط أحواض المسل المختارة بشكل المحيط من ناحية، وبخصائص البنية وأنظمة الشقوق والمفاصل من ناحية ثانية، وبمدى توزيع الروافد بانتظام على جانبي المجرى الرئيسي من ناحية ثالثة.

وعلى هذا الأساس تقسم أحواض المسل المائية إلى فئتين:

الفئة الأولى: تتراوح فيها نسبة الاستدارة ما بين (٠,٣٩ - ٠,٤٨)، ويمثلها حوضا النعمان والسيلية، فالأول يتصف بازدواجية في خصائص استدارته، إذ يقترب الجزء الشرقي من الشكل الدائري، ويرتبط مع توزيع فجاج الرتبة الأولى، في حين يبتعد الجزء الغربي عن هذه الخصائص لاقتصار الحوض (كما سبق وأوضحنا) على المجرى الرئيسي فقط، هذه الخصائص أدت بتضافرها إلى عدم اتساق الحوض وابتعاده ولو جزئياً عن الشكل الدائري.

الفئة الثانية: وتزيد فيها نسبة الاستدارة عن (٠,٥٠)، وتضم باستثناء حوض مسيل إرفيج كلا من السويحلية والريان، وتتفق نسبة استدارة الأول مع القيمة المعيارية، وتبلغ نسبة استدارة الثاني (٠,٥١)، ويضبط خصائص الاستدارة في هذين الحوضين كل من توزيع الفجاج والشعاب على جانبي المجرى الرئيسي، ومدى تراجع خط المحيط واتساعه على حساب الأحواض الأخرى.

٢- استطالة الحوض: Elongation Ratio

وهي كما أوضحها شوم (Schumm, 1956, p. 612) تربط مساحة الحوض في علاقة مع أقصى طول للحوض، ويمكن رصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٣-١١)

نسبة استطالة أحواض المسل المختارة موزعة حسب المساحة

أحواض المسل	السويحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
نسبة الاستطالة	٠,٤٠	٠,٤٩	٠,٤١	٠,٤١	٠,٥٢

من الجدول السابق و(شكل رقم ٣-١٢) نستنتج الخصائص التالية:



(١) تمنح بعض أحواض المسل ذات المساحات الصغيرة كالسيلية مثلاً إلى الاستطالة، شأنها في ذلك شأن بعض أحواض المسل ذات المساحات الكبيرة نسبياً كالنعمان، وهي خصائص تتفق مع عدم اتساقهما ومدى ابتعادهما عن الشكل الدائري لعدم التكافؤ في توزيع الروافد على طول المجرى الرئيسي، حيث تقتصر على الجزء الشرقي بالنسبة للأول، وفي الوسط بالنسبة للثاني.

(ب) يبدو أن حوض مسيل الريان بمساحته الصغيرة يتعد عن الاستطالة نوعاً ما؛ لأن غياب الروافد من النصف الغربي أدى إلى انكماش خط المحيط وانحصاره في نطاق ضيق، مما أثر على شكل الحوض العام، ويتفق في قيمته مع حوض مسيل إرفيج الذي بات أقرب إلى الشكل الدائري منه.

(ج) يلاحظ أن حوض مسيل السويحية يتأرجح شكله بين الاستدارة والاستطالة، إذ يجمع بين الميزتين، فهو في نصفه الشرقي يتسع بالقدر الذي يضيء عليه شكلاً دائرياً، مما يوحي بتزايد عمليات النحت بفعل المياه التي يسببها تزايد اتصال الروافد بالمجرى الرئيسي، في حين يضيق باتجاه المصب لاقترابه على خط المجرى الرئيسي، مما ترتب عليه اقتراب الحوض من الشكل المستطيل، ومع ذلك يمكن تصنيفه ضمن أحواض المسل ذات الشكل الدائري؛ لأن الاستطالة تبدو شبه عمودية على طول الحوض، بسبب التزام المجرى الرئيسي بجانب الحوض الأيسر.

رابعاً: تضاريس أحواض المسل المائية:

ترمي هذه الدراسة إلى التعرف على تضرس أحواض المسل، وتقطعها، وتميزها بأنماط متفاوتة من الانحدارات، وإلى الكشف عن مدى ارتباطها بخصائص الصخر البنيوية والليثولوجية، ومدى استجابتها وتفاعلها مع عمليات النحت الطبيعية، ولكي نحقق هذه الأهداف قمنا باختيار مجموعة من القرائن أهمها:

١- نسبة التضرس. ٢- درجة الوعورة. ٣- المنحنى الهيسومتري.

٤- إنحدارات أسطح أحواض المسل المائية.



١ - نسبة التضرس: Relief Ratio

وهي كما حددها شوم (Schumm, 1956, p. 612) تمثل العلاقة بين إجمالي تضرس الحوض وأطول بعد في الحوض يوازي خط التصريف الرئيسي، وتستخدم في المقارنة بين التضاريس النسبية لأي حوض دون النظر للفروقات في المقياس الطبوغرافي، وعليه تم استخراج نسبة تضرس الأحواض المختارة موزعة كالتالي:

جدول رقم (٣-١٢)

نسب تضرس أحواض المسل المختارة (م/ كم)

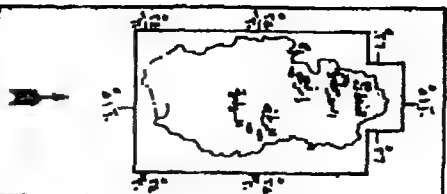
أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلىة
نسبة التضرس	٤,٤٩	٣,٥٠	٤,٥١	٤,٧٤	٤,٦٠

يوضح الجدول و(الشكل رقم ٣-١٣) الخصائص التالية:

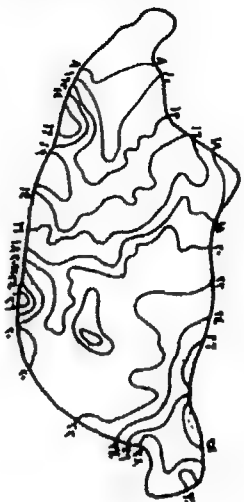
(١) باستثناء حوض مسيل النعمان، نلاحظ أن الفروقات في نسب التضرس بين أحواض المسل المختارة بسيطة، حيث لا تتعدى (٢٥, ٠) م/ كم بين أعلى القيم وأدناها، هذا التقارب يشير إلى التشابه في الخصائص البنيوية والليثولوجية.

(ب) تنخفض نسبة التضرس في حوض مسيل النعمان لتصل إلى (٣, ٥٠) م/ كم، وربما يعزى ذلك إلى وقوعه ضمن مجالات بنيوية تتمثل فى أنظمة الشقوق والمفاصل، وأنه يتفق مع خصائص الشكل المستطيل، مما يترتب عليه عدم الاتساق والانتظام، وينسجم هذا مع ما عبرت عنه (Morisawa, 1962, p. 1045) بأن أحواض المسل ذات المساحات الصغيرة تتميز بشكل دائري، ومجاري قصيرة، وانحدارات شديدة، ومع ما أوضحه (Gregory and Wall- ing, 1973, p.267) بأن نسبة التضرس المرتفعة تتمثل في أحواض المسل الصغيرة، كما أن أكثر مناطق الحوض ارتفاعا لاتزيد على (٣٢) م، هذا الارتفاع لا يتناسب مع طول الحوض الذي يبلغ (٦) كم.

(ج) ترتفع في حوضي الريان والسيلىة - وهما من الأحواض ذات المساحات الصغيرة - نسبة التضرس، إذ تتراوح ما بين (٤, ٧٤ ، ٤, ٦٠) م/ كم على



ب - - حوض وادي إرنجج (الشمي)



د - حوض وادي السوكرلية



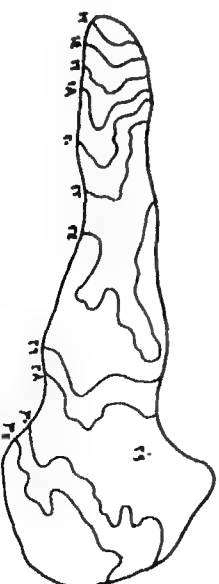
ه - حوض وادي السليمة



د - حوض وادي الرمان



ح - حوض وادي النعمان



خرائط خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض السيلات المائية

شكل رقم (٣-١)

التوالي، وهذا ما يؤكد على فاعلية التوزيع المحدد لكمية الأمطار التي يستقبلها الحوض (Input)، وتناقص حدة الفيضان أثناء انطلاق موجاته عبر حوض التصريف.

(د) ينفرد حوض مسيل السويحية بأكبر فاصل رأسي إذا تمت مقارنته بأحواض المسل المختارة، وهي ميزة ساهمت في زيادة نسبة التضرس رغم كبر مساحته وطول أجزاء فجاجه وشعابه.

٢- درجة الوعورة: Ruggedness

تعتبر درجة الوعورة - رغم بعض العيوب - مؤشرا ذا مغزى في الكشف عن مدى تقطع أسطح أحواض المسل المائية، فاستخدام تضاريس الحوض القصوى أخفى جوانب القصور فيها، والجدول التالي يوضح قيم درجة الوعورة:

جدول رقم (٣-١٣)

درجات الوعورة لأحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السييلية
درجات الوعورة	٠,٠٠٦	,٠٠٥	٠,٠٠٨	٠,٠٠٥	٠,٠٠٧

يشير الجدول السابق إلى خصائص السطح التالية:

(أ) تبلغ درجة الوعورة أعلى قيمة لها في حوض مسيل إرفيج، وهو ذو مساحة متوسطة، حيث تبلغ (٠,٠٠٨)، ويعني ذلك أن تزايد كثافة التصريف في هذا الحوض، مع ثبات تضرس الحوض يؤدي إلى قصر المسافات الأفقية بين مناطق تقسيم المياه والفجاج المجاورة، وبالتالي تزايد شدة الانحدارات.

(ب) يؤكد ارتفاع درجات الوعورة في حوض مسيل السييلية تزايد كثافة التصريف من ناحية، وشدة الانحدار من ناحية ثانية، وبمقارنة حوضي الريان والسييلية، نجد أن قيمة الفاصل الرأسي لكليهما متساوية، مع تفاوت كبير في كثافة التصريف، علما بأنها تبلغ في حوض مسيل السييلية (١,٥) مرة من قيمتها

في حوض مسيل الريان، هذا التفاوت في كثافة التصريف، رغم تساوي الفاصل الرأسى أدى إلى تزايد درجة الوعورة في حوض مسيل السيلية، وتناقصها في حوض مسيل الريان، وتعكس هذه الخصائص تزايداً مماثلاً في درجات الانحدار وشدتها في الأول، وتناقصها في الثاني.

(جـ) إضافة إلى حوض مسيل الريان، فإن درجة الوعورة تبلغ أدنى قيمة لها في حوض مسيل النعمان (٠,٠٠٥) وهي تنسجم في هذا مع الانخفاض الحاد لحدي المعادلة، وخاصة كثافة التصريف، التي تبلغ (١,٢٨) كم/كم^٢، وتشير إلى أن حوض مسيل النعمان أقل وعورة وتقطعاً من أحواض المسل المختارة، الأمر الذي يوحى باتساع المسافات بين الفجاج والشعاب، وبالتالي تناقص درجات الانحدار وخفتها.

٣- المنحنيات الهيسومترية النسبية:

وقد تم قياس عناصر المنحنيات الهيسومترية النسبية التي تصور لنا شكل السطح وخصائصه التحتائية من واقع الخرائط الطبوغرافية بقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠، وفق طريقة ستريلر (Strahler, 1952, p. 1120)، ومن الأشكال البيانية للمنحنيات الهيسومترية النسبية تم استخراج قيم التكامل، وهي عبارة عن نسبة المساحة الواقعة أسفل المنحنى الهيسومتري إلى مساحة الشكل الكلية يوضحها الجدول التالي:

جدول، رقم (٣-١٤)

التكامل الهيسومتري لأحواض المسل المختارة

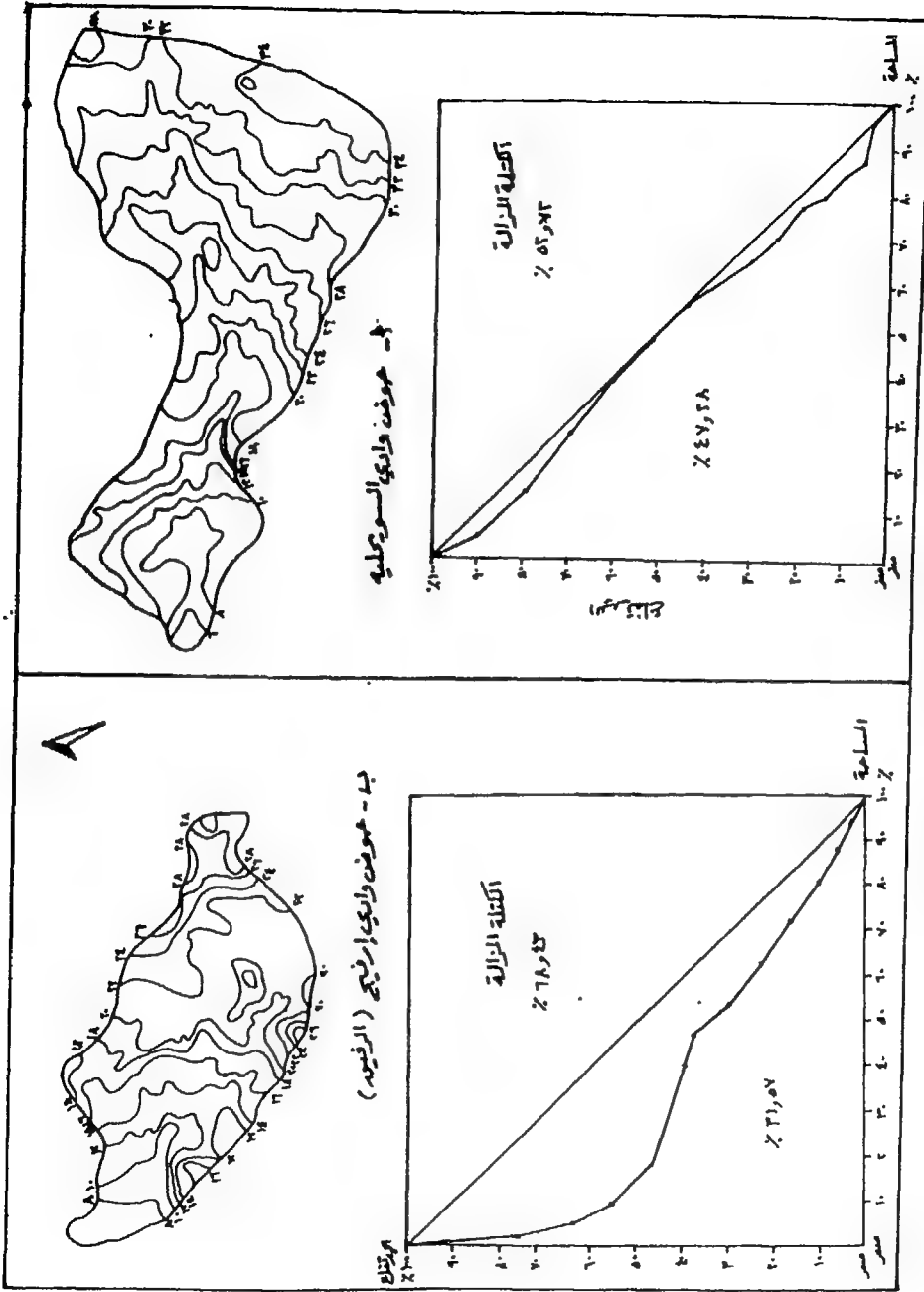
أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلية
التكامل الهيسومتري	٤٧,٢٨	٥٦,٨	٣١,٥٧	٥١,٧١	٤٨,٧٩

من الجدول السابق، وفحص (الشكلين ٣-١٤، ب) تتضح الخصائص الهيسومترية التالية:

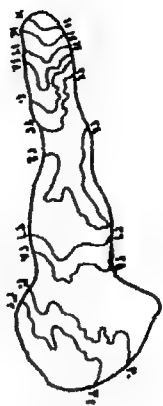


شكل رقم (٣-٤٦)

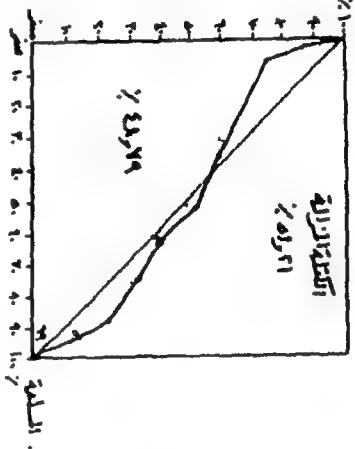
التكامل الرسوبي للأحواض السيلالية المائية



ج - مخطط وادي النعمان



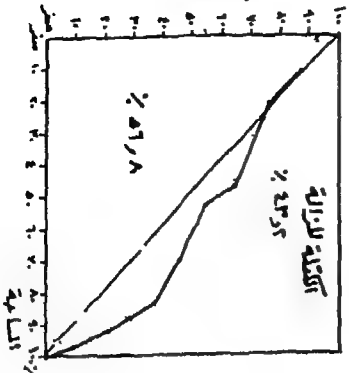
الارتفاع



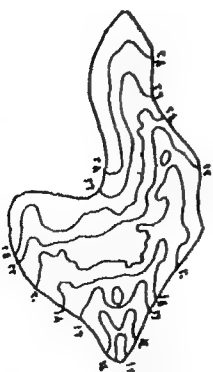
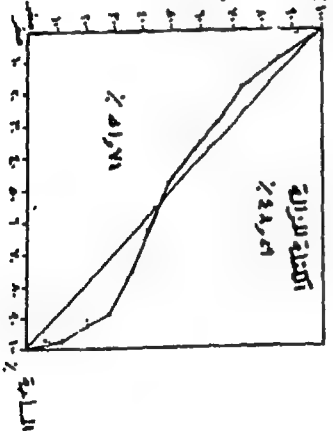
د - مخطط وادي السيلية



الارتفاع



الارتفاع



د - مخطط وادي السيلية

التخطيط الهيدرولوجي لأحواض المسيلات المائية

(تابع) شكل رقم (٣) - ٤٤ (ب)

(أ) ينقسم المنحنى الهبسومتری النسبی لحوضی السویدلیة وإرفیج إلى شکلین مقعرین مختلفین، تبدو درجات التقعر على جانبي نقط التغير في الأول متماثلة تقريبا، بينما يتميز الجزء العلوي في الثاني بتقعر حاد وزوايا انحدار شديدة، والجزء السفلي بتقعر بسيط وزوايا انحدار خفيفة، وكلاهما ينمآن عن تناقص في كتلة الحوض نتيجة تزايد عمليات النحت رغم تفاوتها بين الحوضين من جهة، وبين الجزئين العلوي والسفلي من جهة أخرى.

(ب) تتميز بقية المنحنيات الهبسومترية لأحواض المسل المختارة بالتقعر في الأجزاء العليا والتحدب في الأجزاء السفلى لدرجة أن زوايا الانحدار عند نقط التغير تتناقص، وهي خاصية لها مغزى جيومورفولوجيا، إذ تُحدّد المستوى الذي يتغير عنده معدل تناقص الكتلة باتجاه مصعد المنحنى.

(ج) ترشدنا هذه الخصائص إلى الإقرار:

(١) بأن معدلات النحت على طول المنحنيات ذات الشكل المقعر تكون سريعة ومتزايدة، ويتفق هذا مع ما أشارت إليه (آمال شاوور، ١٩٨١، ص ٨)، وتمثل بشكل خاص في أحواض مسل الريان والسيلية.

(٢) بأن معدلات النحت تتضاءل على طول المنحنيات ذات الشكل المحدب، وخاصة في الأجزاء الدنيا منها، ويمثلها حوض مسيل النعمان.

(٣) بأن المستوى الذي يتغير عنده معدل تناقص الكتلة يتفاوت من حوض إلى آخر، فالحد الفاصل لمستوى التغير في حوض مسيل السویدلیة يمثل في كنتور (٢٤-٢٨) م، وفي حوض مسيل النعمان خط كنتور (٣٢) م، وفي حوض مسيل إرفیج خط كنتور (٢٢) م، وفي حوض مسيل الريان خط كنتور (٢٤) م، وفي حوض مسيل السيلية خط كنتور (٣٤) م، وأن التكامل الهبسومتری الذي يعلو هذه المستويات يتراوح ما بين (٧٪، ٣٣٪، ٢٥، ٦٪، ٩، ١٢٪، ٤١، ٥٪) على التوالي.

(د) من الممكن أن نستنتج المرحلة التي تمر بها أحواض المسل المختارة، وموقعها من دورة التعرية النهرية، وذلك من استعراض قيم التكامل ومقارنتها مع ما

حدده ستريلر (Strahler, 1952, p. 1129-1130)، فالقيمة (٨٠٪) تمثل مرحلة الشباب، أي أن حوض التصريف ما يرح يحتفظ بنحو (٥/٤) أي أربعة أخماس الكتلة)، وأن عمليات النحت استطاعت أن تزيل (خمس) كتلة الحوض، والقيمة (٥٠٪) تمثل مرحلة التضجج، بمعنى أن حوض التصريف وصل إلى مرحلة التعادل المبكر، في حين تبلغ قيمة التكامل في مرحلة الشيخوخة (٦، ١٧٪)، وعلى هذا الأساس نحاول تصنيف أحواض المسل المختارة إلى ثلاث مجموعات:

المجموعة الأولى:

تزيد نسبة التكامل الهيسومتري النسبي فيها على (٥٥٪)، ويشير (الشكل رقم ٣-١٤ ب، جـ) إلى الخصائص التالية:

- ١- ينفرد بها حوض مسيل النعمان، وتبلغ نسبة تكامله الهيسومتري (٥٦،٨٪).
- ٢- ينتمي حوض هذه المجموعة إلى مرحلة الشباب المتأخر، وعلى أعتاب مرحلة التضجج، حيث لم يشر توزيع الكتلة المتبقية بعد إلى الحرف (S)، ويبدو هذا واضحا من الجزء العلوي الذي ما زال ينطبق في معظمه على قُطر المربع.
- ٣- يشير شكل المنحنى الهيسومتري النسبي إلى بطء في معدلات النحت عند المناسيب المرتفعة، وهذا ما تؤكد استقامة خط المنحنى وانطباقه - كما أوضحنا - على قُطر المربع فيما بين الخط الكفافي الممثل لمنطقة تقسيم المياه وخط ارتفاع (٣٠) م، وباتجاه مخرج المسيل يأخذ المنحنى بالتحدب الذي يتضح في أجزاء الدنيا، مما يوحي بتناقص معدلات النحت أو ربما انعدامها، ويعني هذا أن المساحة تبدو شبه ثابتة كلما اتجهنا من خط ارتفاع (٣٠) م صعودا نحو مناطق تقسيم المياه، وتزايد هبوطا نحو المصب.

المجموعة الثانية:

وتتراوح نسبة تكاملها الهيسومتري النسبي بين (٤٠٪ - ٥٥٪)، وتضم ثلاثة أحواض هي: أحواض مسل السويحية والريان والسيلية (الشكل ٣-١٤ أ، د، هـ) وتبلغ قيم تكاملها الهيسومتري النسبي (٤٧، ٢٨٪، ٥١، ٧١٪، ٤٨، ٧٩٪) على التوالي، ومن خصائص أحواض المسل في هذه المجموعة ما يأتي:

١- ما تزال أحواض مسيل هذه المجموعة تتميز بمرحلة النضوج التي لم تكتمل بعد، حيث يلاحظ اقتراب توزيع الكتلة المتبقية بالنسبة للارتفاع من الحرف (S)، وتبدو هذه الخصائص واضحة في الجزء العلوي المقعر والسفلي المحذب مع بعض التجاوزات البسيطة، يستثنى من هذا التوزيع حوض مسيل السويحلية الذي يتقعر في الأجزاء العليا والدنيا على حد سواء، وثابتا في الأجزاء الوسطى وخاصة فيما بين ارتفاع (٢٤-٢٨) م.

٢- تشير أشكال المنحنيات الهيسومترية النسبية، ونسب تكاملها إلى تزايد واضح في معدلات النحت عند المناسيب المرتفعة، وينطبق هذا على حوضي الريان والسيلية، بينما تقتصر الزيادة في معدلات النحت عند المناسيب المنخفضة على حوض مسيل السويحلية.

٣- يبدو أن معدلات النحت في الأجزاء العليا لحوض مسيل السيلية تفوق مثيلاتها في حوض مسيل الريان.

المجموعة الثالثة:

وتقل نسبة تكاملها الهيسومتري النسبي عن (٤٠٪)، ويستقل بها حوض مسيل إرفيج، وتبلغ قيمة تكامله الهيسومتري (٥٧، ٣١٪)، ويتميز بالخصائص التالية:

١- إذ يتبين من (الشكل رقم ٣-١٤/ب) أن هذا الحوض وصل إلى مرحلة متأخرة من النضوج وأنه على أعتاب مرحلة الشيخوخة المبكرة.

٢- يتميز المنحنى الهيسومتري لهذا الحوض بالتقعر الكامل، وأن خط المنحنى يقترب من نقطة الأساس، ويعني هذا أن سطح حوض مسيل إرفيج تكتنفه بعض التلال والكتل الجيلية التي قاومت عمليات النحت، تميزها بعض الحافات الصخرية التي يعزى وجودها إلى صفة التفاوت في الخصائص الليثولوجية والبنوية، ولا يخلو الحوض من بعض الكتل المنعزلة وخاصة على ارتفاع (٢٢) م، (٢٤) م.

٣- يلاحظ أن جزء المنحنى الذي يعلو خط كتور (٢٢) م يشتد انحداره، وربما يعزى ذلك إلى ضيق المساحة التي تبلغ في حدود (٤٪) فقط، ويعني هذا أن معدلات النحت التي تزايدت في الأجزاء العليا بشكل واضح، تقل باتجاه مهبط المسيل.

٤- انحدارات أسطح أحواض المسل المائية:

تشمل دراسة هذا الجانب ما يلي:

(١) المنحنيات الكليولوجرافية (منحنيات متوسط الانحدار).

من قراءة (الأشكال أرقام ٣-١٥ أ-هـ) نستخلص الخصائص التالية:

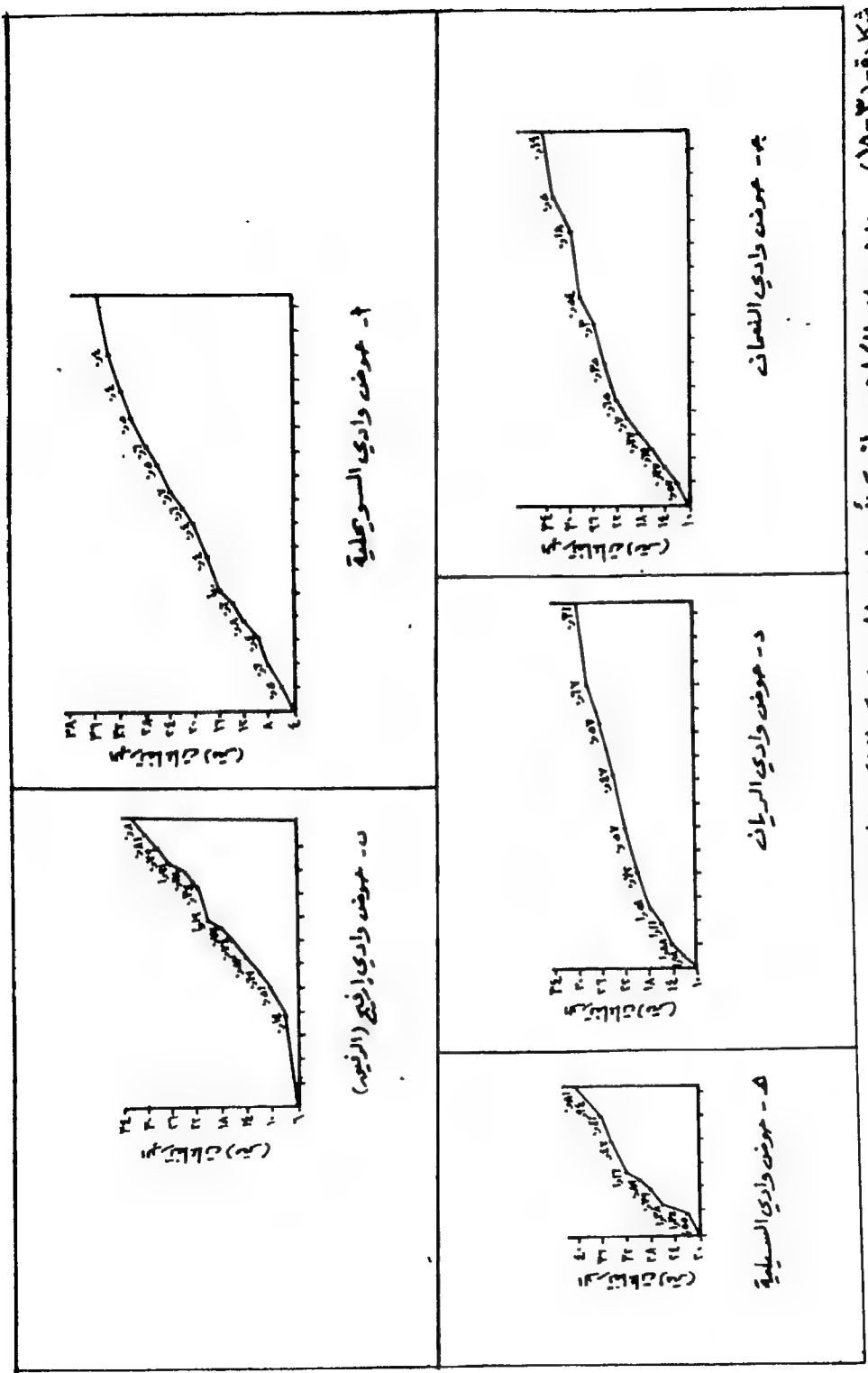
١- يلاحظ أن منابع الفجاج والشعاب في حوضي ارفيج والسيلية تقترب قممها من الشكل المخروطي، الأمر الذي أدى قياسا إلى شدة انحدارها، بينما تتصف منابع فجاج وشعاب السويحلية والنعمان والريان باتساع قممها وتسطحها، مما أدى إلى طول المسافة الأفقية بين حدي النطاق، وبالتالي تناقص معدلات الانحدار، إذ ترتبط انحدارات الأرض الشديدة والحادة بانحدارات الأودية الشديدة والنسيج الدقيق (Langbein, 1947, p. 125) ويعني ذلك أن مجاري الفجاج التي تقع ضمن نطاق المنابع شديدة الانحدار، تتميز بنشاط واضح في عمليات النح وتقطيع الصخور، بينما تقل فاعليتها في نطاقات منابع أحواض مسل السويحلية والنعمان والريان.

٢- هناك نقط تغير في معدلات الانحدار (Break - in - slope)، بيد أنها تتفاوت في ارتفاعاتها من حوض إلى آخر، ومع ذلك تعتبر حدودا فاصلة بين الأسطح المستوية التي تمثلها المنخفضات أو نطاق ما يسمى بالبيدمنت، وبين النطاق الهضبي الذي يبدأ في الارتفاع بشكل مفاجئ.

٣- تتميز معدلات الانحدار في أحواض المسل المختارة بأنها خفيفة، لا تصل في أشدها انحدارا إلى (٢) درجة، ويلاحظ أن الفروق في الانحدار تضيق على طول النطاقات الكتورية، بحيث لا تزيد على (٧، ٠) درجة، وقد تصل إلى (١، ٠) درجة وخاصة هبوطا نحو المصاب، ويرتبط هذا - من ناحية - بعملية استخراج متوسط عرض النطاق على أساس نصف طول خط الكتور كبديل لمتوسط مجموع طول الخطين في النطاقات الكتورية الأخرى، ويتأثر - من ناحية ثانية - بعمليات الإرساب التي تمارسها مجاري المسل ضمن هذا النطاق، والتي تعمل بدورها على استواء السطح (يرتبط بالمنخفضات).



شكل رقم (٣-١٥) المنخفضات الكليمنوجرافية لأحواض السيلالات المائية المتوارة



وإذا حاولنا قراءة المنحنيات الكليولوجرافية للعينة التي تم اختيارها من أحواض المسل وهي خمسة أحواض، إذ لم يكن من السهل عمل منحنيات انحدار بالقيم الفعلية إلا للمنحدرات الشديدة (طه جاد، ١٩٧٨، ص ١٢٦)، وهذا ما حدث فعلا لمنحنيات انحدار أحواض المسل المختارة، حيث تم ضرب الدرجات الفعلية لجميع الأحواض في الرقم (٥٠)، باستثناء حوض مسيل الريان الذي ضوعفت درجات انحداره (٢٥) مرة، فإننا نخلص إلى التالي:

(أ) يشير المنحنى الكليولوجرافي الخاص بحوض مسيل السويحية (أ) إلى تغيرات طفيفة على طول امتداده، ويلاحظ أن هذا التغير ليس واحدا، وإنما تتميز أجزاء يتقعر فيها المنحنى في ثلاثة مواقع متتالية، تتمثل فيما بين المناسب (١٦-٢٠) م، (١٢-١٦) م، (٨-١٢) م، وأجزاء يتحدب فيها المنحنى بشكل واضح وخاصة بين المناسب (١٤-١٨) م، (٦-١٠) م، وتعني هذه الخصائص أن تناقص المسافة الأفقية بين نقطتي المنسوب، وتقارب خطوط الكتور، يوحى بتزايد عمليات النحت، وبالتالي تزايد معدلات الانحدار، الأمر الذي أدى إلى تقعر المنحنى بعد أن تعرض السطح طويلا لعمليات النحت، فأزيلت التكوينات الهشة، وظهر المنحنى بهذا الشكل، أما تدني درجات الانحدار على طول القطاعات المثلثة لها من المنحنى الكليولوجرافي، فتؤكد على سيادة عمليات الإرساب، لذا تمثل هذه القطاعات مناطق استقبال للرواسب.

(ب) يبدو أن المنحنى الكليولوجرافي لحوض مسيل ارفيج يختلف عن منحنيات أحواض المسل الأخرى؛ لأنه وصل إلى مرحلة جيومورفولوجية أكثر تقدما وتطورا من بقية أحواض المسل المختارة، إذ ينقسم المنحنى إلى قسمين يفصلهما خط كتور (٢٠) م، ينتهي القسم العلوي بانحدارات تقل بأكثر من النصف عن انحدارات القمة، حيث تبلغ (٣٤، ٠)، ويعتبر نطاق استقبال للرواسب، في حين يبدأ القسم السفلي بانحدارات تبلغ (١٩، ١)، ثم تتناقص هبوطا نحو المخرج لتصل إلى (١٤، ٠)، فيظهر المنحنى تقريبا على شكل مقعر يزداد وضوحا عند الحضيض الذي يبدو على شكل بيدمت.



(ج) يلاحظ أن شكل المنحنيين الكليينوجرافيين (ج د)، لحوضي النعمان والريان يشابهان، فالتحدب وضيق المسافات الأفقية وشدة الانحدار مع تزايد قيم درجاته ينفرد به الجزء السفلي لكليهما، والاستواء وطول المسافات الأفقية وخفة الانحدار وتناقص درجاته يتميز به كل من الجزءين الأوسط والعلوي، بيد أن هناك تباينا بين المنحنيين، يتمثل التباين الأول في أن القيم الفعلية لدرجات انحدار حوض مسيل الريان تفوق مثيلاتها في حوض مسيل النعمان، ولهذا تم ضرب قيم الأول في الرقم (٢٥) حتى لا تزيد الدرجة على القيمة (٩٠)، ويظهر التباين الثاني في أن نقط التغير في الانحدار على طول المنحنى الكليينوجرافي لحوض مسيل الريان تبدو باهتة، في حين تظهر واضحة عند خطوط كتور (٣٢، ٢٨، ٢٢) م وتمثلها القيم (٥، ٠، ٥٤، ٠، ٦٥) درجة على التوالي في حوض مسيل النعمان.

(د) يتضح من الشكل رقم (٣-١٥هـ) الخاص بحوض مسيل السيلية أن متوسط عرض النطاق يضيق فيما بين خطوط كتور (٢٢-٣٢) م، (٣٨-٤٠) م، مما ترتب عليه شدة الانحدار في هذه الأجزاء، فتبدو تبعا لذلك محدبة، بمعنى أنها تتعرض لفعل عمليات النحت، وتبلغ درجات انحدارها بين (٧٩-٠، ٣٨-١)، (٨١-٠، ٩٤-٠)، فكان لهذه الخصائص أكبر الأثر على تزايد نسبة النسيج وكثافة التصريف في حين يتسع عرض النطاق في موقعين، الأول عند المخرج، ويتميز هذا الجزء بالتقعر ودرجة انحدار تبلغ (٥٥، ٠)، والثاني فيما بين خطي كتور (٣٢-٣٦) م، ودرجتي انحدار (٤١-٠، ٤٧-٠).

خصائص شبكات المسل المائية:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد شبكات أحواض المسل المختارة، وتوزيعها، والتعرف على خصائصها المورفومترية والمورفولوجية، وتحقيقا لذلك اشتملت الدراسة على الموضوعات التالية:

أولاً: تحليل الرتب وأعداد الفجاج والشعاب المائية لأحواض المسل المختارة.

ثانياً: نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة.

ثالثاً: أطوال الفجاج والشعاب المائية في أحواض المسل المختارة.

رابعاً: كثافات التصريف ونسب النسيج وتكرار المجرى.

أولاً: تحليل الرتب وأعداد الفجاج والشعاب المائية:

استخدمت طريقة ستريلر (Strahler, 1957, p. 914) في تحديد الرتب وتصنيفها، والجدول التالي يوضح نتائج هذا التصنيف:

جدول رقم (٣-١٥)

عدد الرتبة والفجاج والشعاب في شبكات أحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيبة
عدد الرتبة	٣	٢	٣	٢	٢
إجمالي أعداد الفجاج	١٠	٤	٨	٣	٣

يشير الجدول السابق والخرائط أرقام (٣-١٢ أ-هـ) إلى الخصائص التالية:

١- تضم أحواض المسل المختارة شبكات من الفجاج والشعاب المائية تتفاوت في رتبها ما بين الثانية والثالثة، إذ نلاحظ أن (٤٠٪) من شبكات المسل حققت الرتبة الثالثة، وهي السويحية وإرفيج، بينما تمثل النسبة الباقية شبكات المسل التي تميزها الرتبة الثانية.

٢- يبدو أن أحواض المسل التي تنتهي مصباتها إلى سبخات تتصل بالبحر حققت رتبا أعلى (السويحية وإرفيج) من تلك التي تنتهي إلى أحواض مغلقة (منخفضات)، وهذا يعني أن درجة تطور شبكات المسل في الأولى يفوق مثيلاتها في الثانية.

٣- من بند (٢) يتضح أن شبكات المسل تهدف إلى تحقيق مستوى قاعدة أساسها الخليج العربي، ومستوى قاعدة محلي تمثله الأحواض المغلقة، فمن هنا باتت لكل خصائصها ودورها في تطوير وتكوين مجاريها، ورغم ذلك لا نلاحظ أي من الدلتاوات عند المخارج في كلتا الحالتين، وإنما تنصرف المياه على هيئة غطاءات فيضية.

ولكي تتضح صور شبكات الفجاج والشعاب المائية نحاول دراسة أعدادها موزعة حسب الرتبة وهو ما يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٣-١٦)

أعداد الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتبة

الأحواض / الرتبة	١	٢	٣	المجموع
السويحية	٧	٢	١	١٠
النعمان	٣	١	-	٤
إرفيج (الرفيق)	٥	٢	١	٨
الريان	٢	١	-	٣
السيلية	٢	١	-	٣

من الجدول السابق رقم (٣-١٦) نستخلص الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن حوض مسيل إرفيج يخصه عددا من الفجاج والشعاب المائية تبلغ ضعف ما يضمه حوض مسيل النعمان، رغم أن هذا الأخير يفوقه مساحة.

(ب) يبدو أن أعداد الفجاج والشعاب المائية في أحواض المسل المختارة لا تتناسب مع المساحة، اللهم إلا في حوض مسيل إرفيج، وذلك نظرا لوجود مساحات تخلو من خطوط التصريف، وربما يعزي ذلك للخصائص الليثولوجية والبنوية.

(ج) يتبين أن أعداد الفجاج والشعاب المائية تتناقص مع تزايد عدد الرتبة، ويتفق هذا مع قانون أعداد المجاري لهورتن (Horton, 1945, p. 291)، يتدرج هذا التناقص وفق متوالية هندسية، ويزداد تبعا لنسبة تشعب ثابتة، وهي كما يبدو علاقة عكسية تتفاوت في قوة ارتباطها من شبكة إلى أخرى، فهي في الأحواض ذات الرتبة الثالثة (السويحية وأرفيج) تتراوح بين (-٩٨٦، ٠، ٩٩٧، ٠)، أي أن بعض النقاط تنحرف عن خط الانحدار، بينما تكون تامة، أي أنها تبلغ (-١) في أحواض الرتبة الثانية (النعمان، الريان، والسيلية)، وأن جميع النقاط المتمثلة لأعداد الفجاج والشعاب المائية لكل رتبة تتصل جميعها على طول خط الانحدار.

(د) رغم أن المساحة ترتبط في علاقة موجبة مع أعداد المجاري، بمعنى أن المساحة تزايد مع تزايد أعداد المجاري المائية، وترتبط في علاقة سالبة (عكسية) مع

عدد الرتبة، أي أن المساحة تتناقص مع تزايد عدد الرتبة، وهي خصائص قد تنطبق على كثير من الحالات، ولكنها تبدي غير ذلك في حوض مسيل النعمان، إذ تزيد مساحته على مساحة حوض مسيل إرفيج، ومع ذلك لا تحتوي شبكة مجاريه إلا على (٤) فجاج وشعاب مائة مورعة على رتبتين، بينما يشتمل حوض مسيل إرفيج على (٨) فجاج وشعاب مائة موزعة على ثلاث رتب، ولهذه الخصائص صلة بالأنماط الصخرية والبنية الجيولوجية، حيث لم تسمح بحكم تعدد الشقوق والمفاصل والنفذية التي صاحبتهما بنمو وتطور شبكة تصريف كثيفة من المسل المائية، بل ساعدت هذه الأنظمة على امتداد الفجاج والشعاب وزيادة أطوال أجزائها، واتساع المسافات الأفقية بينها، الأمر الذي أدى إلى خلو مساحات كبيرة من خطوط التصريف.

(هـ) يتركز بين (٦٢-٧٥٪) من أعداد الفجاج والشعاب المائية في الرتبة الأولى لكل من أحواض المسل المختارة ضمن مساحة تتراوح بين (٤٣-٨٠٪)، وهي تؤثر على تماثل النقاط مع خط الانحدار، وتعمل على انحرافها بدرجات مختلفة، وتقلل من قوة العلاقة بين كل من أعداد المسل المائية والمساحة التي تحتلها.

ثانياً: معدلات نسب التشعب:

وهي كما أوضحها هورتن (Horton, 1945, p. 280) نسبة معدل عدد مجاري رتبة ما إلى نسبة معدل عدد مجاري رتبة تالية، والجدول التالي يوضح نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة (Weighted Means).

جدول رقم (٣-١٧)

توزيع نسب التشعب ومعدلاتها المرجحة على أحواض المسل المختارة

الحوض / الرتبة	٢/١	٣/٢	المعدل المرجح
الويعلية	٣,٥	٢	٣,١٣
النعمان	٣,	-	٣,٠
إرفيج (الريمق)	٢,٥	٢	٢,٣٥
الريان	٢,٠	-	٢,٠٠
السيلية	٢,٠	-	٢,٠٠

تستنتج من الجدول السابق رقم (٣-١٧) الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن معدلات نسب الشعب المرجحة تتراوح ما بين (٢-١٣، ٣)، وهي قيم مقاربة مما يدل على تشابه في الظروف المناخية، وتجانس في التكوينات الجيولوجية إلى حد كبير، وأن نسبة الشعب خاصة عديمة الأبعاد، لذا تميل أنظمة التصريف نحو التماثل الهندسي في المناطق المتجانسة (Fairbridge, 1968, p. 900).

(ب) ترتفع معدلات نسب الشعب في بعض شبكات المسل المائية لقلة عدد الرتبة أو أن الشبكة تشتمل على أعداد كبيرة من الروافد وخاصة تلك التي تقترب من مناطق تقسيم المياه، فتزداد على إثر ذلك كثافات التصريف، وعمليات النحت (Morisawa, 1962, p. 1042)، مما ينعكس على تضاريس الحوض.

(ج) يلاحظ أن نسب التشعب بين الربتين الأولى والثانية في أحواض المسل المختارة تنسجم في علاقة موجبة مع مساحة الحوض فتبلغ (+٩٤٧، ٠)، وينعكس هذا أيضا على معدلات الشعب المرجحة ولكنها بدرجة أقل قوة، حيث تبلغ في حدود (+٨٦٩، ٠).

ثالثا: أطوال الفجاج والشعاب المائية في شبكات المسل المختارة:

تم قياس أطوال الفجاج والشعاب المائية بالمقسم (فتحة المقسم = ٢ ملم) من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم (١: ٥٠٠٠٠)، والجدول التالي رقم (٣-١٨) يوضح نتائج قياس أطوال الفجاج والشعاب المائية:

جدول رقم (٣-١٨)

مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية موزعة حسب الرتبة (كم)

الحوض / الرتبة	١	٢	٣	المجموع الكلى
السويحية	٨,٧٥	٤,٢٥	٣,٥٥	١٦,٥٥
النعمان	٣,٦٠	٥,٦٠	-	٩,٢
إفريج (الرفيق)	١٠,٠٠	١,٨٠	١,٦٠	١٣,٤٠
الريان	٦,١٠	٠,٢٠	-	٦,٣٠
السيلية	٤,٢	١,٤	-	٥,٦٠

ومن الجدول السابق (رقم ٣-١٨) نقف على الخصائص التالية:

(أ) يبلغ مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية لأحواض المسل المختارة (٥١,٠٥) كم، ويمكن تصنيفها إلى فئات ثلاث، الفئة الأولى: (٣-٧)، وتضم أصغر حوضين، وتبلغ فيهما أطوال الفجاج والشعاب المائية (١١,٩٠) كم، الفئة الثانية: (٨-١٢)، وينفرد بها حوض مسيل النعمان بأطوال يبلغ مجموعها (٩,٢٠) كم، أما الفئة الثالثة: فهي بين (١٣-١٧)، وتمثلها أكبر الأحواض مساحة، ويبلغ إجمالي أطوال الفجاج والشعاب فيها (٢٩,٩٥)، أي بنسبة (٥٨,٦٧٪).

(ب) يبدو أن أطوال المجاري تتركز في الرتبة الأولى بنسبة (٥٣-٩٧٪)، ويرجع ذلك إلى تزايد أعداد الفجاج المائية في الرتبة الأولى، حيث بلغ نصيبها من هذه الأعداد بين (٥,٦٢-٧٥٪)، يستثنى من ذلك حوض مسيل النعمان الذي تتركز أطوال المجاري في الرتبة الثانية بنسبة (٦١٪) تقريبا، ويعزى ذلك إلى اقتصار وجود فجاج الرتبة الأولى في المنطقة الشرقية (الأكثر ارتفاعا)، وعدم تطور أو نشوء شعاب مائية في الوسط والجزء الشرقي من الحوض، وانفراد الرتبة الثانية بهما، احتمالا بسبب خصائص التكوينات الصخرية والبنية الجيولوجية التي ربما تحتوي من الشقوق والمفاصل ما حال دون ذلك.

(جـ) يتناقص مجموع أطوال المسل المائية مع تزايد عدد الرتبة، يشذ عن هذه القاعدة مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية في حوض مسيل النعمان، ولهذا اقترح استريلر (Strahler, 1957, p. 615) لتفادي هذا الشذوذ استخدام المجموع التراكمي للأطوال في حالة بناء علاقة مع الرتبة كي تتضح وتحدد معالمها.

(د) يتضح أن الرتبة الأولى في شبكة حوض مسيل الريان تسهم بأكثر نسبة من مجموع الأطوال الخاصة بالشبكة، حيث تبلغ (٩٧٪)، بعكس الحال في شبكة حوض مسيل السويحلية التي تتوزع فيها أطوال الفجاج والشعاب المائية على الرتب الثلاث بنسبة (١:١:٢).

رابعاً: قرائن الخصائص الطبوغرافية لأحواض المسل المائية:

٤/ أ كثافة التصريف:

تعتبر كثافة التصريف إحدى الخصائص الطبوغرافية الهامة، ومؤشراً خطياً لعناصر سطح الأرض، وما دامت تعكس أثر العوامل الطبوغرافية والبيئولوجية والبيدولوجية والنباتية وتجسدها (Gregory and Walling, 1973, p. 459) فإنها عامل محدد للزمن الذي تنتقل أثناءه المياه عبر المسل، وهي التي تكشف عن خصائص السطح وما يطرأ عليها من تغيرات إثر عمليات النحت والتقطع، ومدى استجابة التكوينات الصخرية ونفاذيتها ومقاومتها لهذه الظروف التي تعتبر على حد تعبير كوتون (Cotton, 1964, p. 348) مسؤولة عن دقة النسيج الطبوغرافي.

والجدول التالي يوضح كثافات التصريف:

جدول رقم (٣-١٩)

كثافات التصريف في أحواض المسل المختارة (كم/ كم^٢)

شبكة المسل المائية	السويحية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلىة
كثافات التصريف	١,٢٣	١,٢٨	١,٩١	١,٥٨	٢,٢٤

يتبين من الجدول السابق رقم (٣-١٩) خصائص الكثافة التالية:

- (أ) تبلغ كثافة التصريف العامة في شبكات المسل المختارة (١,٦٥ كم/ كم^٢)، هذا المعدل العام تفوقه كثافات التصريف في كل من شبكتي إرفيج (١,٩١ كم/ كم^٢)، والسيلىة (٢,٢٤ كم/ كم^٢)، بينما تقل عنه كثافات (٦٠٪) من شبكات المسل، حيث تبلغ الفروقات في الحالتين (٠,٢٦، ٠,٥٩)، (٠,٣٧، ٠,٠٧) كم/ كم^٢ على التوالي.

(ب) يبدو أن كثافات التصريف لها علاقة بطاقة التسرب، بمعنى أن التسرب الذي تضبطه نفاذية الصخر يؤثر على كثافة التصريف، فإذا كانت نفاذية الصخر عالية، فإن المسافة بين خطوط الجريان تكون كبيرة، لدرجة أن رقعة

مساحية لا تتعرض لعمليات النحت على جانبي منطقة تقسيم المياه تكون كثافة تصريفها منخفضة، وهذا ما أكدت عليه دراسة كارلستون (Carlston, 1963, p. 5) لمقبولية الانتقال عبر التكوينات الصخرية Transmissibility، حيث أشار إلى أنه كلما تزايدت هذه الخاصية، فإن كثافة التصريف تناقص، والعكس صحيح، أي أن كثافة التصريف تناسب عكسيا مع مقبولية الانتقال، هذه العلاقة أوضحها هورتن (Horton, 1945, p. 320)، إذ كلما ازدادت طاقة التسرب، قلت كمية الجريان السطحي، وبالتالي انخفضت كثافة التصريف، وينطبق هذا على شبكات المسل ذات الكثافات المنخفضة (السويحية والنعمان).

(ج) يلاحظ أن مجموع أطوال الفجاج والشعاب المائية وخاصة في الرتبة الأولى، ليس لها تأثير على كثافات التصريف العامة للحوض ارتفاعا أو انخفاضاً، مع أن نسب أطوال الفجاج في الرتبة الأولى تتراوح ما بين (٥٣-٩٧٪) من إجمالي الأطوال، والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول رقم (٣-٢٠)

التوزيع التكراري لفئات الكثافة في أحواض المسل المختارة (كم/كم^٢)

فئات الكثافة	التكرار	%	شبكات الأودية
١,١٠ - أقل من ١,٥٠	٢	٤٠	السويحية والنعمان
١,٥٠ - أقل من ١,٩٠	١	٢٠	الريان
١,٩٠ - أقل من ٢,٣٠	٢	٤٠	إرفيج والسيلية

حيث يتضح أن أحواض مسل السويحية والنعمان تقع ضمن الفئة الأولى التي تتراوح قيم كثافتها ما بين (١,١ - أقل من ١,٥٠ كم/كم^٢)، وتشكل (٤٠٪) من تكرارات أحواض المسل، من هنا نرى أن ارتفاع قيم المساحة أدى إلى انخفاض كثافات التصريف، ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن تزايد المساحة يؤدي إلى تزايد أطوال المجاري المائية، وبالتالي تناقص انحدارات السطح وتمائله إلى الاستواء، ومن ثم انخفاض كثافات التصريف، وينسجم

هذا مع ما عبر عنه ستريلر في أكثر من مقال (Strahler, 1957, p. 916)،
(Strahler, 1950, p. 686)، حيث أشار إلى أن حجم وحدة التصريف تتزايد
مع تناقص كثافة التصريف والعكس صحيح، بمعنى أن العلاقة بين مساحة
الحوض وكثافة تصريف شبكة المسل فيه عكسية.

(د) فئة تتراوح كثافة التصريف فيها ما بين (١,٩٠ - أقل من ٢,٣٠ كم/كم^٢)،
وتنضم (٤٠٪) من عدد أحواض المسل، ويمثلها حوضا إرفيج والسيلية، ويبدو
أن العلاقة بين شكل الحوض وكثافة التصريف - مهما كان اتجاهها -
منعدمة، وهذا ما يؤكد على أن شكل الحوض ليس له تأثير على كثافة
التصريف، كما أن أحواض مسل هذه الفئة يتناقص فيها التكامل الهيسوم تري
النسبي، لدرجة أنه وصل إلى طور متأخر (حوض إرفيج) أو قطع شوطا من
مرحلة النضج (حوض السيلية)، ومع هذا التناقص تتزايد انحدارات السطح
وتضرس الحوض، ويتميز تقريبا بنسيج دقيق (Singh, 1976, p. 25)، وبالتالي
تتزايد كثافة التصريف فيه.

(هـ) فئة وسطى تبلغ نسبة تكراراتها (٢٠٪)، وتتراوح قيم كثافات التصريف فيها
ما بين (١,٥٠ - أقل من ١,٩٠ كم/كم^٢)، وتقع ضمنها قيمة المتوسط
العام للكثافات، وينفرد بها حوض مسيل الريان، ويعكس ارتفاع كثافة
التصريف أن سطح الحوض يتميز ببعض الحافات الصخرية شديدة الانحدار،
ساهمت مسله التي تشكل في معظمها من الرتبة الأولى في تقطيع السطح
وتضرس الحوض، مما أدى إلى تزايد كثافة التصريف، ويبدو أن هذه
الخصائص تنطبق على أحواض الفئة الثانية.

٤/ ب نسبة النسيج:

وتمثل النسبة بين أكبر عدد من انحناءات خطوط الكنتور وطول محيط
الحوض (Smith, 1950, p. 657)؛ لأن كل ثنية (انحناءة) من خطوط الكنتور باتجاه
المنابع، تمثل مجرى من المجاري المائية، ومن ثم تعكس المسافات الحقيقية بين
خطوط التصريف، لذا تعتبر مقياسا هاما للمسافات التي تفصل بين المجاري المائية
ومدى اقترابها أو ابتعادها (Leopold, et al., 1964, p. 143)، وهي بهذا المفهوم

تمثل إحدى البدائل الهامة للتغير في الانحدار أو للتقطع النسبي، والجدول التالي يوضح قيمها:

جدول رقم (٣-٢١)

نسبة النسيج في أحواض المسل المختارة

أحواض المسل	السيحلية	النعمان	إرفيج (الرفيق)	الريان	السيلة
نسبة النسيج	٤,٨٢	٣,٩٧	٦,٥٤	٥,٧٢	٦,٨٩

طرح سميث (Smith, 1950, p. 661) في تصنيفه للقوام الطبوغرافي فئات ثلاث، القوام الخشن أقل من ٤، والقوام المتوسط ما بين ٤-١٠، والقوام الناعم أكثر من ١٠، واعتمادا على هذه المعايير، وتطبيقها على نسب النسيج الخاصة بأحواض المسل المختارة، نخلص إلى الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن هناك فئتين من القوام، الفئة الخشنة، والفئة المتوسطة.

(ب) ينفرد حوض مسيل النعمان الذي تبلغ نسبة نسيجه (٣,٩٧) بالقوام الخشن، تقابلها كثافة تصريف منخفضة تقريبا تبلغ (١,٢٨) كم/كم^٢، ويعني ذلك أن المسل المائية المحتملة كما تتوقعها انحناءات خطوط الكنتور تشير إلى تناقص كثافة التصريف الذي يتمثل مع تناقص نسبة النسيج، فالقوام الخشن كما هو واضح (قريته نسبة النسيج) يرتبط في علاقة طردية مع كثافة التصريف المنخفضة، والعلاقة المدونة في الجدول التالي توضح ذلك:

جدول رقم (٣-٢٢)

العلاقة بين نسبة النسيج وكثافة التصريف لأحواض المسل المختار

المتغيرات	الانحراف المعياري	معامل الارتباط	معادلة خط الانحدار
نسبة النسيج / الكثافة	٠,٣٨٣	٠,٩٣٢ +	ك = -٠,٣٣١ + ٠,٢٠٠ نسيج

ومنه يتبين أن العلاقة بين قيم المقارنة موجبة، وتعني أن أي تغير يطرأ على قوام الشبكة الطبوغرافي يقابله تغير في كثافة التصريف تبلغ نسبته (٩٣٪)، وأن (٧٪) فقط يعزى لعوامل أخرى ربما تتمثل في خصائص الصخر والبنية.

(ج) تتميز بقية أحواض المسل المختارة بقوام متوسط، وأن (٨٠٪) من شبكاتها تتراوح نسب النسيج فيها ما بين (٤,٨٢-٦,٨٩)، بينها أحواض كالسويحلية تنخفض فيها كثافة التصريف لتصل إلى (١,٢٣) كم/كم^٢، وبالمقابل فإن نسبة النسيج فيه أقلها قيمة (٤,٨٢)، وهي إحدى مؤشرات الصورة العامة التي يظهر عليها سطح الحوض، بغض النظر عن الصورة التي تظهر عليها المسل المائية من خلال انخفاض كثافة التصريف فيه، ونعني بها أن السطح الذي تخترقه هذه المسل ربما يمر بمرحلة النضج، ومع ذلك تشقه مسل مائية تنطبق عليها خصائص مرحلة الشيخوخة، حيث يتميز بقلة أعداد المسل نسبياً، وانخفاض كثافة التصريف فيه، وخاصة روافد المسل الرئيسة (محمد صفي الدين أبو العز، ١٩٧٦، ص ٢٢٥).

٤/ جـ تكرار التصريف:

ويمثل عدد المجاري في وحدة مساحة (Horton, 1945, p. 285)، ولدراسة تكرارات المسل المائية حاولنا تصنيفها إلى المعايير الوصفية التالية: رديء Poor، متوسط Moderate، ومرتفع High، وعلى هذا الأساس جدولناها كالتالي:

جدول رقم (٣-٢٣)

تصنيف تكرارات تصريف أحواض المسل المائية المختارة

العنات	المعيار	التكرار	%	المساحة	/	الأحواض المثلة لها
٠,٥٩-٣,٠	رديء	١	٢	٧,٢	٢١,٠٥	النعمان
٠,٨٩-٦,٠	متوسط	٢	٤	١٧,٥	٥١,١٧	السويحلية، الريان
١,٣-٩,٠	مرتفع	٢	٤	٩,٥	٢٧,٧٨	إرفيح، السيلية
المجموع		٥	١٠	٣٤,٢	١٠٠,٠٠	

نستخلص من الجدول السابق رقم (٣-٢٣) الخصائص التالية:

(أ) يلاحظ أن أكثر من خمس نسبة مساحة الأحواض بقليل، تنفرد بها الفئة الأولى، بقيم تتراوح بين (٠,٣٠ - ٠,٥٩) فجاً/كم^٢، ويميزها تصريف رديء؛ لأن أعداد المسل المائية فيها لا ترقى إلى قيمة المساحة، مما أدى إلى انخفاض تكراراتها.

(ب) يبدو أن أكبر الأحواض مساحة يقع ضمن الفئة المتوسطة، يشاطره في ذلك حوض مسيل الريان الذي تقل مساحته بحوالي ثلاثة أضعاف ونصف تقريباً، وتفسير ذلك أن كل كيلومتر من المساحة يضم عدداً قليلاً من المسل المائية لا يتناسب وكبر المساحة التي يخترقها، لذا تتميز المسل المائية باتساع المسافات التي تفصل بينها، فهي إذن طويلة قليلة الكثافة، تنطبع بقوام متوسط.

(ج) تمثل الفئة الثالثة التي تحوم قيمها ما بين (٠,٩٠ - ١,٣) فجاً/كم^٢ هي وسابقتها أكبر التكرارات، ولكن هذه الفئة تقع ضمن مجموعة التصريف المرتفع نسبياً، حيث تبلغ نسبة تكراراتها (٤٠٪) من عدد أحواض المسل، وتشغل (٩,٥) كم^٢ بنسبة (٢٧,٧٧٪) من إجمالي مساحة الأحواض المختارة، وتضم حوضي مسل إرفيج والسيلية، ولعل أحواض هذه الفئة تتزايد فيها أعداد المسل المائية بدرجة تفوق مساحة رقعتها، فارتفعت بالتالي قيم تكراراتها، وهي فضلاً عن ذلك أكثر أحواض المسل كثافة للتصريف، وأشدّها انحداراً.

(د) تبين أن المفاضلة بين شبكات المسل ذات المساحات الصغيرة والكبيرة لا تتم من واقع قيم كثافة التصريف وتكرار المجرى؛ لأنها تختلف باختلاف مساحة حوض التصريف، فحوض كبير المساحة كحوض مسيل السويحلية يضم روافد مصدرية Fingertips تبلغ (٢,١٩) فجاً/كم^٢، وبقيمة تبلغ (١,٢٣) فجاً/كم^٢ في حوض مسيل السيلية صغير المساحة، فإن هذه النتيجة ربما تخفيها درجة تزايد كثافة التصريف وتكرار المجرى فوق الانحدارات الشديدة الملازمة لأحواض المسل ذات المساحات الصغيرة (Horton, 1945, p. 285)، بغض النظر عن شكل الحوض.

(هـ) أشار ميلتون (Melton, 1958, p. 35-54) إلى وجود علاقة موجبة قوية بين تكرار المجرى وكثافة التصريف باعتبارهما معيارين لقوام شبكات التصريف،

بلغت (+٩٧, ٠)، كما أكدت دراسة سنغ (Singh, 1976, p. 28) على قوة هذه العلاقة، ولكن بقيمة تبلغ (+٧٦, ٠)، إلا أن معامل الارتباط الذي تم حسابه لهذه الدراسة حقق قيمة قريبة جدا من قيمة ميلتون بلغت (+٩٣, ٠)، فالعلاقة القوية تشير من جانب - رغم اختلاف التكوينات الصخرية والليثولوجية والبنية - إلى أن أحواض المسل تخضع لظروف مناخية ونباتية ودورة تحتية متشابهة إلى حد كبير، وتوحي من جانب آخر إلى أن ارتفاع قيم كثافة التصريف يؤدي إلى ارتفاع قيم تكرار المجرى، ويقودنا هذا الاستخلاص إلى حقيقة مفادها: أن إضافة أي من أعداد فجاج الرتبة الأولى القصيرة لا يؤدي إلى تغيير يذكر في قيمة كثافة التصريف، بل تعمل على تزايد تكرار المجرى بمعامل يتناسب مع أعداد المسل، بغض النظر عن أطوالها (Eyles, 1966, p. 6).

الخصائص الجيومورفولوجية لمجري المسل المائية؛

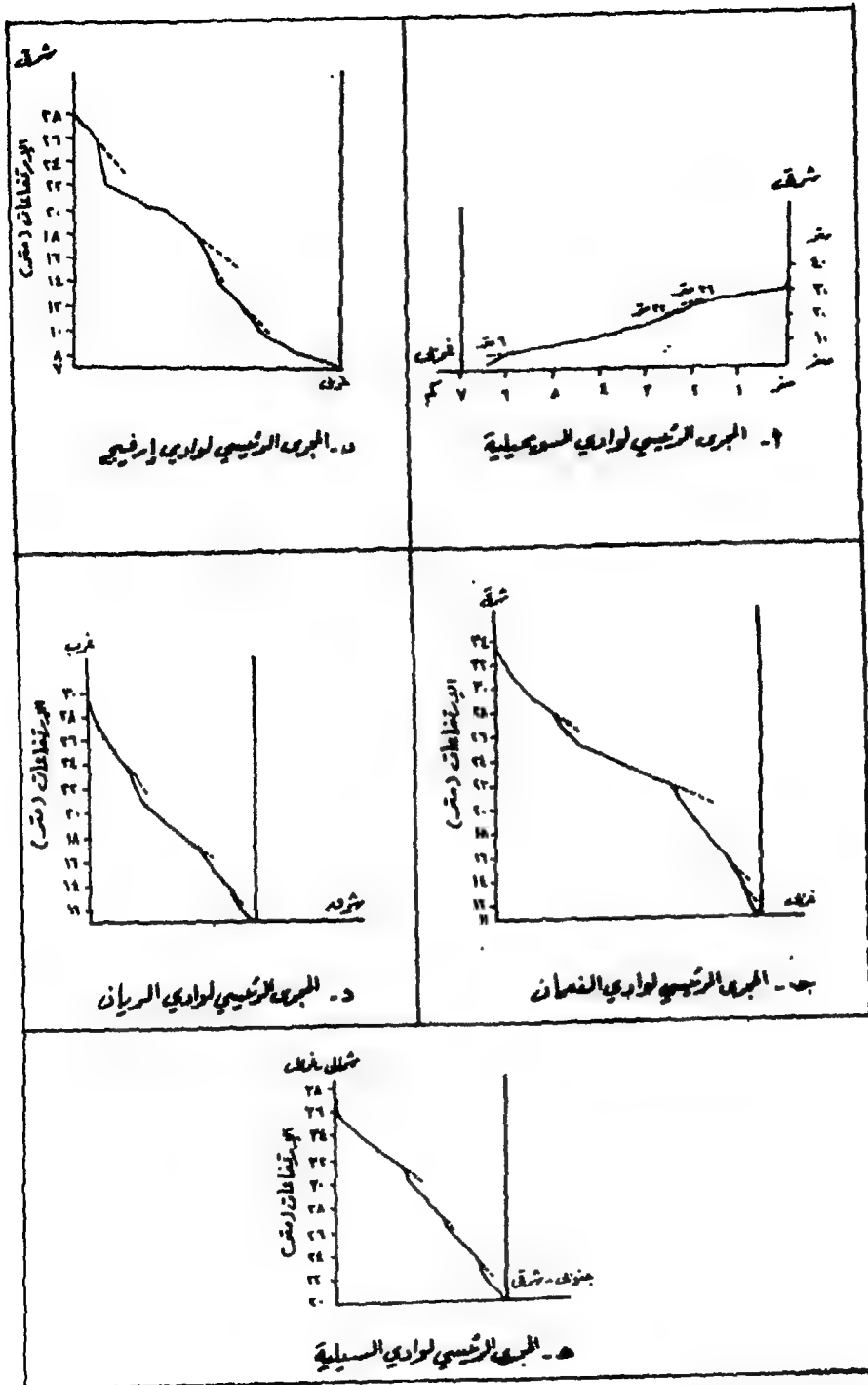
تقصد بالخصائص الجيومورفولوجية دراسة القطاعات الطويلة للمسل المائية، والقطاعات العرضية لأوديتها، مع الإشارة إلى الظواهر المرتبطة بها، لذا يمكن القول بأن هذه الدراسة تبرز خصائص المرحلة التي تمر بها المسل وفجاجها من واقع أشكال القطاعات، ونقط تقطعها وعلاقتها بمستوى القاعدة وبالتكوينات الصخرية توزيعا ونظاما.

أولاً: القطاعات الطولية لمجري المسل الرئيسية؛

الجدير بالملاحظة أن القياسات تمت من واقع الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠، باستخدام المقسم لقياس المسافات الأفقية بين كل خط كنتور وآخر على طول امتداد المجرى، وبفتحة تبلغ (٢) ملم، ثم تم حساب الأطوال على أساس مقياس رسم الخريطة، وتجميعها تراكمياً، ومن ثم رسم القطاعات الطولية لمجري المسل بفواصل رأسي يبلغ (١٠) م، وأفقياً يمثل (١٠٠٠) م لكل سنتيمتر واحد.

ومن الأشكال أرقام (٣-١٦ أ-هـ)، نستوحي الخصائص التالية:

- ١- تتفاوت مناسيب المسل المائية وخاصة عند المنابع ما بين (٣٨) م في مجرى السيلية إلى (٣٤) م في مجرى السويحلية والنعمان، ولا تزيد على (٣٠) م



شكل رقم (٢-١٦)
القطاعات الطولية لجاري الوادية الرئيسية الفخارة

في مجرى إرفيج الذي يعتبر أقلها ارتفاعا، وهي بالمقارنة تفوق ارتفاعات المسل المائية في الشرق والشمال الشرقي، مما يؤكد على أن السطح يندرج في الانحدار من الغرب والجنوب الغربي نحو الاتجاهين السابقين.

٢- لا يقتصر التفاوت بين القطاعات الطولية للمسلة المائية على الفارق الرأسي، وإنما ينسحب كذلك على الفارق الأفقي (المسافة الأفقية) والمثل لأطوال أجزاء المسلة المائية من المنابع إلى المصب، ولهذه الخصائص علاقة بدرجة انحدار السطح التي تؤثر بدورها على سرعة الجريان، وقدرة المسل على النحت والحمل، فقد يكون الفارق الرأسي ثابتا أو متساويا كما هو الحال في معظم مسل الأحواض المختارة، والمسافة الأفقية مختلفة، وهذا يعني سرعة جريان المسل ذات المسافات القصيرة كمسل حوضي الريان وإرفيج؛ لأنها تكون أشد انحدارا من مسل حوضي السويحية والنعمان ذات المسافات الطولية، وبالتالي أقدر على ممارسة عمليات النحت الرأسي، وتعميق مجاري المسل، ونقل الرواسب، وتشكيل الظواهر الجيومورفولوجية على طول قطاعاتها، وهي خصائص توحى بعدم الانتظام على طول المجرى، وبالتقطع والتضرس، وأن حجم التصريف فيها يفوق أحواض مسل المقارنة (ذات المساحات الكبيرة نسبيا).

٣- لا تخلو القطاعات الطولية لمجري المسل المختارة من نقط تجديد النشاط، ولكنها أوضح ما تكون على طول محاور مسل السويحية وأرفيج، حيث تتخذ نقط التجديد هذه شكل محدبات ظاهرة، تتراوح ارتفاعاتها بين (٣٢-٦) م، وهي مؤشرات للتغيرات التي حدثت في المنطقة منذ نهاية البليوسين وبداية البلايستوسين، حتى فترة التراجع الفلاندري في الهولوسين (أي قبل ٥٠٠٠ سنة).

٤- يتبين من معاينة القطاعات الطولية لمجري المسل أنها لم تصل بعد إلى مرحلة التعادل بين عمليتي النحت Degradation والإرساب Aggradation، أي أنها لم تُسَوَّ Grade قطاعاتها الطولية وتزيل ما يعترضها من نقط التقطع التي تعمل على تزايد معدلات الانحدار، وليس معنى ذلك أن المسل المختارة من واقع قطاعاتها الطولية متماثلة، فقد اقترب بعضها من مرحلة التعادل في جزئه

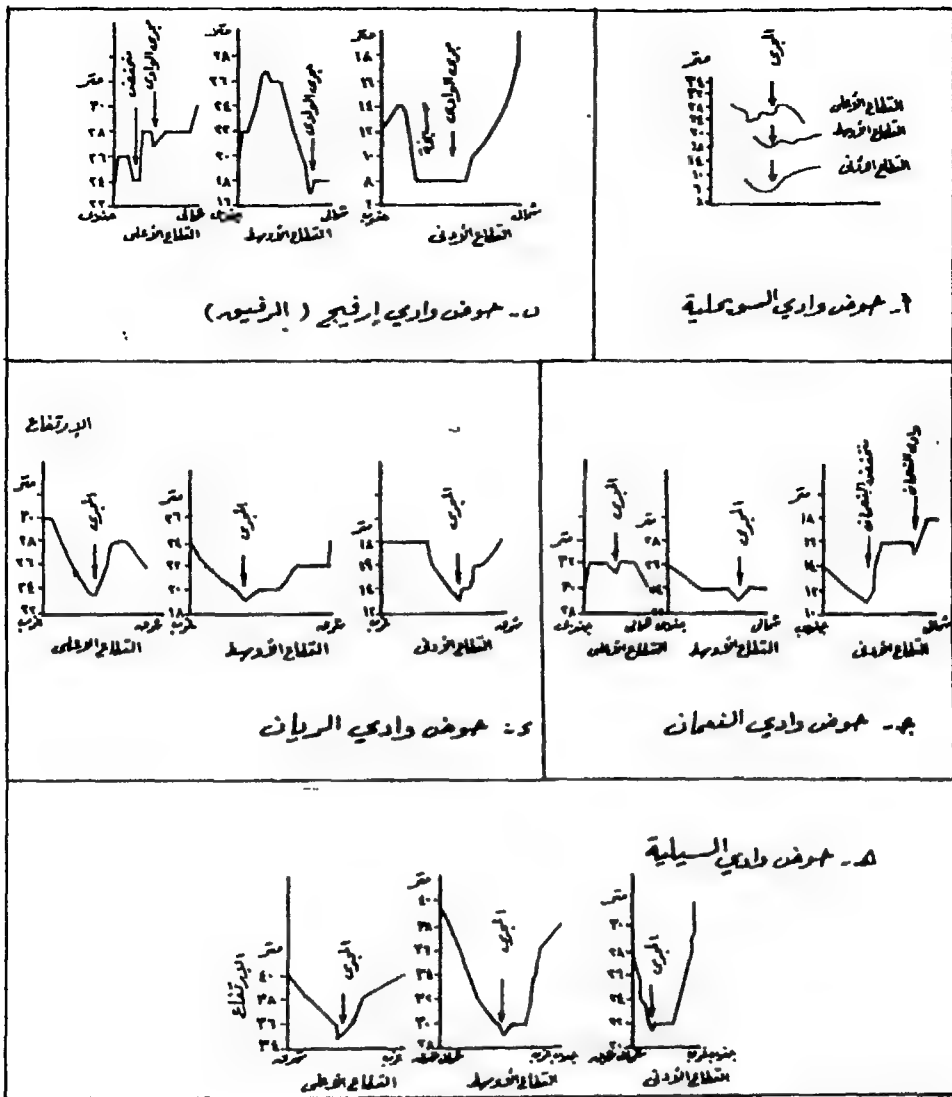
الأوسط بدليل إزالة أو ظهور نقط التقطع بشكل باهت، ويتمثل في القطاعات الطولية لمجاري مسل السويحية والنعمان والريان والسيلية، وبعضها الآخر في الجزء الأدنى من قطاعه، كما هو الحال في مجرى مسيل إرفيج (الرفيق).

٥- يبدو أن القطاعات الطولية لمجاري المسل تتفاوت في تقعرها (التغير في الانحدار) باتجاه مخارجها، وخاصة في الأجزاء العليا والوسطى من القطاعات، ويظهر هذا التقعر - على سبيل المثال - بشكل واضح في القطاعات الطولية لمجاري مسل السويحية والسيلية وإرفيج، حيث يتغير الانحدار بالسالب تارة، والموجب تارة أخرى حتى ارتفاعات (٣٠، ٢٠، ١٠) م على التوالي، ونقصد به تعدد نقط التقطع على طول هذه الأجزاء من القطاع الطولي، والتي تعزى - وخاصة في القطاعات الطولية لمجاري مسل السويحية وإرفيج - إلى تزايد عدد الروافد التي تتصل بالمجرى الرئيسي، وبالتالي تزايد كميات تصريفها وحمولتها، وهي خصائص تشير من جانب إلى أن درجات الانحدار الشديدة ذات علاقة بمواد القاع الكبيرة، وتفصح من جانب آخر عن أن القطاعات الطولية لمجاري المسل تمنح نحو التقعر بدرجة أكبر في حالة ما إذا تناقصت مواد القاع بدرجة أسرع (محمد دياب، ١٩٨٩، ص ٢٧٥)، بينما يتقعر القطاعان الطوليان لكل من مجرى مسيلي الريان والنعمان تقعرًا بسيطًا، ومعنى ذلك أن أحجام المواد تتزايد باتجاه مهبطي المجرى، وهي خصائص قد ترتبط بصلابة التكوينات الصخرية، وعدم قدرة المجرى على تفيتت Wear المواد، أو أنها ذات علاقة بالاختلافات الليثولوجية لروافدهما.

ثانياً: القطاعات العرضية للمسل المائية:

من دراسة القطاعات العرضية للمسل (شكل رقم ٣-١٧) تتضح لنا الخصائص التالية:

١- يوصف مسيل السويحية (شكل رقم ٣-١٧) بأنه غير متماثل على جانبيه، إذ يبدو المجرى في القطاع الأعلى ضيقاً، متوسط العمق، يجنح في جريانه نحو الجانب الأيسر، ثم يبدأ في الاتساع كلما تقدمنا هبوطاً نحو مخرج المسيل، حيث يبلغ أقصى اتساع له في القطاع الأدنى، ومع ذلك ما برح



شكل رقم (٣-١٧) القطاعات العرضية للأودية الرئيسية المختارة

المجرى يلازم الجانب الأيمن، وما زال هذا الجزء من المجرى يحتفظ بحصى وحصباء المسل ذات الزوايا الحادة، وتفسير ذلك: أن المواد الحصوية لم يمض عليها وقت كاف كي يتم صقلها وتهذيبها لضيق المسافة التي يقطعها المجرى المائي، وقصر المدة التي تتعرض لها هذه المواد لفعل المياه الجارية، وندرّة الأمطار التي قد لا تكفي للقيام بهذه العمليات.

٢- يظهر من القطاعات العرضية لمسيل النعمان (شكل رقم ٣-١٧ج) بأنه متماثل الجوانب وخاصة في القطاعين الأعلى والأوسط، حيث ترك على جانبيه مظهرًا مصطبيًا يرتفع ما بين (٣٢-٢٤) م على التوالي، ويبدو أن خط المجرى من واقع القطاع الأعلى يلازم الجانب الأيمن الذي يتميز بالتقعر والانحدار الشديد، في حين يتم الإرساب على الجانب الأيسر (المحذب)، فبدى أقل انحدارًا من الأول، ولعل التماثل على جانبي المجرى سمة تميز القطاع الأوسط، أما القطاع العرضي الأدنى لمسيل النعمان فيبتعد عن التماثل، إذ تحفه مصطبة على الجانب الأيسر بعرض يبلغ (١٢، ١) كم، تفصله عن الجزء الجنوبي لمنخفض النعمان، بينما يتميز الجانب الأيمن بانحدار شديد متواصل ينتهي بمصطبة على ارتفاع (١٨) م.

٣- يمثل مسيل إرفيج وفق ما تشير إليه قطاعات العرضية (شكل رقم ٣-١٧ب) نموذجًا مغايرًا لما أوضحته قطاعات مسيل النعمان، باستثناء ما يديه القطاع الأعلى لكليهما من تشابه في المظهر المصطبي الذي يحيط بالمجرى، بيد أن التباين يتركز في المنسوب الذي يبلغ (٣٢) م في الأول، (٢٨) م في الثاني من ناحية، وفي انحدار جوانب المسيل الذي يبدو بعكس ما ظهر عليه الانحدار في مسيل النعمان ولكن بنفس المواصفات والخصائص من ناحية ثانية، وفي القطاع الأوسط لمسيل إرفيج يضيق المجرى، ويطل عليه من الجانب الأيسر حائط شديد الانحدار من ارتفاع (٢٦) م يبدو قائمًا عند القاع، فيما تمتد مصطبة بارتفاع (١٨) م على الجانب الأيمن، ومن المحتمل أن يتزامن المظهر المصطبي هذا مع الفترات التي تذبذب فيها مستوى سطح البحر أثناء الطغيان الجليدي، يختلف الوضع في القطاع الأدنى لمسيل إرفيج، حيث يتسع المجرى لأكثر من كيلو متر دون أن يكون له دور في هذا الاتساع، وإنما الذي حدث هو انفراجه على نطاق من السبخات فأدى إلى اتساعه بهذا الشكل، يحفه على الجانب الأيسر حائط شديد الانحدار، ومثله على الجانب الأيمن حتى ارتفاع (١٠) م، ثم يتقعر صعودًا حتى القمة التي ترتفع (١٨) م.

٤- يرتبط مجرى مسيل الريان بمستوى قاعدة محلي، لذا فإنه يسعى لتحقيق هذا المستوى، ومن خلال استعراض قطاعاته العرضية (شكل رقم ٣-١٧د)

نلاحظ أن المجرى عند المنسوب (٢٤) م في القطاع الأعلى ينحت في الجانب المقعر (الأيمن) الذي بدا متأكلا، فاشتد انحداره، وغدا على شكل جرف هار يشرف على مجرى المسيل، في حين يلقي برواسبه على الجانب المحدب (الأيسر) حيث الانحدارات البسيطة. وفي قطاعيه الأوسط والأدنى يعجنح المجرى عند الارتفاعات (٢٠، ١٤) نحو الجانب الأيسر، فيتقعر بسبب تعرضه لعمليات النحت، بينما يظهر الجانب الأيسر المحدب بأنه أقل انحدارا نتيجة استقباله للرواسب، ويتميز الجانب الأخير كذلك بمظهر مصطبي عند الارتفاعات (٢٠، ٢٢) م في الأوسط، (١٤، ١٦) م في القطاع الأدنى، وهي بلا شك ترتبط بالتباين في الخصائص الليثولوجية للصخر.

٥- يبدو أن مجرى مسيل السيلية يتفق في سعيه نحو تحقيق مستوى قاعدة محلي مع مجرى مسيل الريان (شكل رقم ٣-١٧هـ)، ويختلف معه في التفاصيل؛ فمجرى مسيل السيلية في قطاعه الأعلى يلزم عند ارتفاع (٣٦) م الجانب الأيسر فينحت فيه حتى بات مقعرا شديدا الانحدار، بينما ساهمت الإرسابات التي يلقيها المجرى على الجانب الأيمن في اقترابه من التحذب الذي ينشأ ببطء الانحدار. وفي القطاعين الأوسط والأدنى يترك المجرى على الجانب الأيسر عند الارتفاعات (٢٢، ٣٠) م على التوالي مظهرا مصطبيا، يبدو لأول وهلة أنه بفعل عمليات النحت الرأسي وتعميق المجرى، ولكنه ذو علاقة بخصائص الطبقات الصخرية وما تتميز به من تباين في تعاقبها.

وعلى العموم فإن المسل المائية قليلة الانتشار، قلما تتعدى خط عرض الدوحة نحو الجنوب، وينصرف معظمها داخليا Internal Drainage إلى المنخفضات، يميزها جميعا نمط التصريف المركزي Centripetal Pattern، وما ينصرف منها إلى البحر يمثل نسبة ضئيلة جدا يتركز معظمها في شريط ضيق من الساحل الغربي إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان»، وهي قليلة العمق وضيقة؛ إذ لا يزيد الفارق الرأسي بين قاع المسيل وأعالى جوانبه عن متر أو مترين، بينما يتراوح عرض بعضها ما بين (١٢٠-١٣٥) م، فضلا عن قلة الانحدار باستثناء تلك التي تنحدر من حلبة دخان، سواء أكان الاتجاه نحو سبخة دخان في الشرق أم صوب البحر في الغرب، كما أنها قصيرة الطول: حيث

لا يزيد أكثرها طولاً حسب القياسات التي أجريت على (٧) كم، هذه الخصائص التي اكتسبتها المسل الجافة ما هي إلا انعكاس للظروف المناخية (ندرة الأمطار) وسمات السطح التي أوضحناها بداية.

خامساً: التلال والشواهد الجيرية وخصائصها؛

تبين لنا من دراسة طبوغرافية قطر أن السطح يتدرج في الارتفاع باتجاه الغرب والجنوب الغربي، لذا تتركز في هذه المناطق (شكل رقم ٣-١) ظاهرة التلال والشواهد الجيرية، ولكي تتضح صورتها وتنجلي خصائصها فضلنا تقسيمها - اعتماداً على خصائص الشكل وعوامل تشكيلها وطريقة تكوينها - إلى ثلاث مجموعات رئيسة هي: التلال [البنوية - الهضبية - المتحجرة] والشواهد مستوية القمم (هضبية).

١- التلال البنوية؛

وهي ذات علاقة بالحركات التكتونية الرافعة والجانبية الضاغطة، فباتت بنوية النشأة، طولية الشكل، وتتمثل في منطقة دخان، هذه المنطقة عبارة عن طية محدبة (تل طولي)، تمتد من رأس دخان مرتكزة على محور شمالي - جنوبي بمحاذاة الساحل الغربي لمسافة (٧٥) كم حتى طريق «الدوحة - أبو سمرة»، ويعرض يتراوح ما بين (٥-١٥) كم، فالسلسلة التلالية البنوية تعتبر من أهم المظاهر الجيومورفولوجية في المنطقة الغربية خاصة، وشبه جزيرة قطر بصفة عامة، حيث تمتد دون انقطاع على طول محور الداية حتى مرتفعات النخس، وتتركز في الوسط.

يبدو أن القسم الشمالي من السلسلة التلالية قد مزقته مجموعة من المسل السيلية إلى تلال منعزلة يشاهدها المتجه على طول الطريق من دخان إلى أم باب، فتظهر بشكلها القبابي الذي تعلوه قمة أو قمتان ترتفع إلى أكثر من (٧٠) م، فوق مستوى سطح البحر، وتحيطها من الخارج في أغلب الأحيان حواف صخرية، قد تكون متصلة (عبارة عن دائرة مغلقة) فتبدو التلال معها صغيرة كأنها قور، أو مقتصرة على جانب دون آخر فتتسع تبعاً لذلك مساحة التل، وفي كلتا الحالتين تشرف بواجهاتها ذات الانحدارات الشديدة على مناطق سهلية منبسطة أو حوضية منخفضة، وتتمثل في المنطقة المحيطة بالخطية ومدينة دخان، وقد تقترب هذه



السلسلة في بعض أجزائها من البحر فيضيق على إثرها السهل الساحلي، في حين ترك إثر انحرافها نحو الداخل في أجزاء أخرى شريطاً ساحلياً متسعاً نوعاً ما.

إلى الجنوب من منطقة «الخطية - دخان» تتدنى ارتفاعات السلسلة التلالية فتتراوح بين (٣٧-٦١) م، ويتمثل الرقم الأخير في الفحاحيل وأم باب، تبدأ السلسلة التلالية بعدها بالانفراج والانحراف نحو الداخل، مع الاحتفاظ بقيم الارتفاعات وحصرها لبعض المنخفضات التي ترتفع إلى (٣١) م، ومع اقترابها من منطقة جليحة وأبو طريفة تأخذ السلسلة بالنهوض وتزايد الجنوب نحو الداخل؛ إذ تميزها ارتفاعات تتدرج من (٧٦) م حتى ارتفاع (٨٣) م في منطقة جليحة.

ولعل ما يشير الاهتمام في هذه المنطقة التلالية خطوط الارتفاعات المتراسة والمتوازية في آن واحد، والتي قد تعزى إلى عنف الحركة الجانبية الضاغطة وانتظام موجاتها، ومجموعة المسل المائية التي تصرف مياه القمم التلالية الواقعة في الشرق، فتخترق السلسلة في اتجاهها صوب الغرب مع انحراف بعضها نحو الجنوب الغربي، والمحاور الثلاثة التي تبدأ في الوضوح حال دنوها من وادي الدياب.

أولها: محور تلال الخريج - النخش الذي يحف بالوادي من جهة الغرب، ويشرف عليه عبر حواف صخرية شبه متصلة، تتدرج ارتفاعاتها من (٧٢) م صعوداً بالاتجاه صوب الجنوب حتى تلال النخش التي تصل أعلى قمة فيها إلى (٩٢) م، وثانيها: محور جليحة - المشاش - عين حماد، يبدأ هذا المحور من الشمال بمجموعة تلال قد يصل ارتفاع قمم بعضها إلى (٧٠) م، ويستهي في الجنوب بين المشاش وعين حماد بمجموعة تلالية تبدو مخروطية الشكل يبلغ أكثر قممها ارتفاعاً (٨٢) م عن مستوى سطح البحر، وما بين (٢٢-٣٧) م قياساً بالمستوى الموضعي، بينما يوصف في الوسط بطعس الكرعانة الذي تميزه تكوينات الجرول ورمال قارية، وتحوم ارتفاعات هذا القسم حول القيم (٥٧-٨٦) م، ويكتنفه كثيب رملي يرتفع إلى (٩٨) م، ويتفق جناحه الأيسر في امتداده مع محصلة الرياح الشمالية الغربية، وثالثها: محور الحورية - الصبيحة - الكرعانة، وهو أقلها ارتفاعاً وأكثرها اتساعاً في خطوط ارتفاعاته المتساوية؛ إذ لا تزيد أعلى قممه في ارتفاعها على (٦٧) م، وتتميز بعض تلاله بشكلها المخروطي.

٢- التلال الهضبية: (مستوية القمم)

(١) في شبه جزيرة أبروق: ونعني بها التلال ذات القمم المستوية، تميزها تراكيب بنيوية جيولوجية أفقية، وحافات صخرية شديدة الانحدار، وصخور صلبة تغطي سطوحها، وسفوح سلمية الشكل أو مقعرة وهي خاصة تتوقف على مدى تعاقب الطبقات الصخرية، ومن مشاهداتها في شبه جزيرة أبروق للمظهر الفزيوجرافي الذي يشكل العامود الفقري لها، يحدد هوامشه الخارجية خط كتور (٢)م، ثم يأخذ في الارتفاع التدريجي المنظم نوعا ما حتى نعتلي نطاقا تلاليا في الوسط يصل في ارتفاعاته إلى (٢٠)م، وقد تقف بعض التلال المنعزلة كشواهد جيوية وسط منطقة تتميز باستواء سطحها، حيث استطاعت هذه الشواهد أن تقاوم فعل عوامل التعرية، ويعني ذلك أن تكوينات هذه الشواهد من الصلابة بحيث تصدت لهجمات التعرية الهوائية المتكررة، بينما تساقطت التكوينات الرخوة عند قواعدها، لذا تتميز هذه الشواهد بسفوح مقعرة الشكل، وباسترفاقها عند القمة، واتساعها كلما اقتربنا من القاعدة التي توارت نتيجة اختفائها تحت ركام السفوح المنهال عليها من التكوينات التي تعلوها.

ومن المظاهر الجيومورفولوجية للتلال الهضبية الجنوبية التي تشكل قاعدة شبه جزيرة أبروق، أن أقدامها تكاد تتمثل عند مستوى متشابه تقريبا مع مستوى سطح الخليج العربي مع بعض الفروقات البسيطة، كما أنها تبدو متقطعة تفصلها بعض الأحواض، ومن المؤكد - ما دامت في موقعها هذا - أنها كانت شاطئاً لبحر قديم، تمكنت عوامل النحت البحري من إزالة التكوينات اللينة وتشكيلها بظواهرات مورفولوجية تتمثل في التجويفات والكهوف، توالى بعد انحسار البحر عن هذه المناطق عمليات التعرية الهوائية فطبعتها بخصائص تنم عن دورها الفعال المتمثل في تسوية سطوحها كأنها هضبات صغيرة (ميزا Mesa)، وفي نحت جوانبها التي بدت على شكل سفوح مقعرة، وفي الركام المتراكم عند حضيضها، وتتراوح ارتفاعات هذه المجموعة بين (١٧-٣٠) م عن سطح البحر، وهناك مجموعة أخرى من التلال الصغيرة الحجم، تشرف مباشرة على اللسان المحوري لسبخة دخان من



الشمال والجنوب، يتميز بعضها بشكله القبائي، وارتفاعاته التي قد تصل إلى (٣٢) م، وبعضها الآخر يبدو على شكل قور أو تلال مخروطية الشكل تميزها في الحالتين حواف شديدة الانحدار، وارتفاعات تقع بين (١٤-٢٤) م.

(ب) في منطقتي الخور والذخيرة: تتكرر مثل هذه الظاهرة التلالية في منطقتي الخور والذخيرة، ونشاهد هنا الجدر الجرفية والحافات الصخرية المطوقة للجزء والساحل الشمالي للخور وأحواض أم قين وأم القهاب وأم بركة وأم كلب والخريص والوعب، وهي من بقايا قبة سمسة السنامية المفرغة، أو أنها أضحت بالمفهوم الجيولوجي نافذة جيولوجية، استطاعت العوامل الجيومورفولوجية أن تزيل الطبقات العليا الحديثة عن ظهر القبة وقمتها، وتكشف عن طبقات الرس القديمة، التي تعرضت بدورها إلى عمليات التعرية والحت والانتكال.

إذ يمتد الجدار الجرفي دون انقطاع من نقطة تقع إلى الشمال من مدينة الخور وعلى يسار الطريق المؤدية إلى الذخيرة باتجاه الغرب فالشمال ثم الشرق والشمال الشرقي، ثم ينحرف نحو الجنوب الشرقي ليساير الساحل أمام رأس أم عبده، ويحيط هذا الجدار بنطاق من السبخات، وهو جدار تلال يترفع في بعض المواقع إلى أكثر من (١٥) م، وهي قيمة تمثل في نفس الوقت مقدار التضرس المحلي مقارنة مع منسوب السبخة الذي يتفق في مواقع كثيرة مع مستوى سطح البحر، ولهذا يتميز الجدار التلالي بالانحدار الشديد صوب السبخة.

ومن المحتمل أن يكون لهذا الجدار امتداد في خور الخور حيث تظهر أرض الجزيرة في جزئه الشرقي على ارتفاع قد يبلغ (٨) م، وهو في الجزيرة عبارة عن تلال شاهدة سطوحها منبسطة وواسعة نسبياً، تكسوها طبقات صخرية صلبة متموجة تحمي ما تحتها من صخور لينة من فعل العوامل الخارجية، وقور (مفردها: قارة) مخروطية الشكل، تعرّت قممها من الطبقة الصخرية الواقية وتقع في شمال وجنوب الجزيرة، وكدوات تقع في وسط الجزء الشمالي من الجزيرة وعلى ساحلها الشرقي، وتتخذ أشكالاً مخروطية تبدو من الأعلى كعناق الزجاجة، وبهذا ما فتئت بقايا صخرية صلبة تتوج قممها وتحميها من الانهيار والزوال (شكل ١-٦).

وهناك امتداد آخر للجدار التلالي يقع على الساحل الشرقي لخور الخور وفي وسط المنطقة التي يمكن أن نعتها بالسنديان، وهي عبارة عن حافات صخرية جرفية

متصلة توازي خط الساحل وترتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وعدد من الكدوات الصغيرة تشكل طرفه الجنوبي وترتفع إلى حوالي (٥) م، وسلاسل تلالية عند موقع سفينة Sufaynah في الوسط تمتد بين الشمال والجنوب أو بين الشرق والغرب، وقد تتقوس دون أن تكتمل دائرة تقوسها، وتشرف من علوٍ قد يبلغ (٤) م على رقع من السبخات الواقعة في الجنوب والغرب، وإلى الشرق من الجبيل Al Jubayl الواقعة في أعلى وسط منطقة السنديان تتربع تلة مخروطية الشكل مقعرة الجوانب فوق تكوينات من الحجر الجيري والدلومايت ترتفع قممتها إلى أكثر من (١٠) م بفارق موضعي يبلغ (٧) م.

وفي مجال مدينة الذخيرة نشاهد سلسلة تلالية جرفية تحتل قطاعا من الساحل لمسافة (١,٥) كم، وتقع إلى الجنوب الشرقي منها، ويلاحظ أنها تقترب من خط الساحل كلما سرنا معها نحو الجنوب، وتلازم في امتدادها شريطا من الرواسب الساحلية الحديثة، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين (٢-٤) م في أطرافها الجنوبية و (٦) م في الوسط والشمال، وإلى الشمال الشرقي من هذه السلسلة ترتفع تلة شاهدة - طولية الشكل وملاصقة للشريط الساحلي - إلى أكثر من (٤) م.

وإلى الغرب من مدينة الذخيرة، وعلى بعد (١,١) كم من مركزها، يمتد الجدار التلالي في شكل حلقي مؤلف من قارات مائدية كبيرة، وأخرى إلى الغرب منها صغيرة توازي الجدار من جهة الشمال، تتراوح ارتفاعاتها بين (٤-٨) م، ويبدو أن الجدار في امتداده المتعرج، وانحياضاته المتفاوتة، وانقطاع تواتره، يسير في دورانه حول حوض أم قين حتى أم القهاب مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٨-١٢) م، تظهر بقايا هذا الجدار - الذي تفصله عن الجدار الأم ضهرة مرتفعة نسبيا - على بعد (٢,٥) كم إلى الشمال الغربي من أم القهاب في سلسلة تلالية متقابلة ترتفع بعض قممها إلى حوالي (١٦) م.

وإلى الشمال الغربي من بحيرة الذخيرة الداخلية يتجمع عدد من التلال والشواهد، هي عبارة عن مخلفات تدل على تقطع الجدار الصخري من ناحية، وتبرهن على أنها مرحلة من مراحل تراجع الجدار من ناحية ثانية، وتؤكد بأنها أكثر مقاومة لفعل الحت والتآكل من الكتل الصخرية التي كانت تشغل المناطق

المنبسطة بينها نتيجة التفاوت في النسيج الصخري وبنيته من ناحية ثالثة، ويتضح أن مجموعة هذه التلال تتميز بارتفاعات تتراوح ما بين (٩-١٦) م، وأن بعضها ذو جوانب مقعرة، وقمم مستدقة، والبعض الآخر هُضْبِي الشكل، معجوف في الأجزاء الصخرية الصلبة العليا، وخاصة تلك التي تستقبل صفعات الرياح المحملة بالرمال أو الأمطار، فتشكل فيها - كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق والتلال المجاورة لسبخة دخان - كهوفا ومغارات قد يستظل بها الإنسان فتقيه حرارة الشمس اللافحة.

وفي منطقة سمسمة التي سميت القبة باسمها، يمتد الجدار التلالي المغلق تقريبا باتجاه الشمال الغربي في خطين شبه متوازيين، متفقين مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (١٨-٢٢) م، ترتفع فوق سطحه الهضبي مجموعة من القمم تحوم ارتفاعاتها بين (٢٣-٢٤) م، وبهذا يبدو مختلفا عن الجدار التلالي السابق الذي يحيط بأحواض مفرغة، ويعني ذلك أن التكوينات الصخرية المثلثة لظهره أكثر صلابة، وأنها ما زالت تقاوم عوامل النحت والتعرية، بيد أن جوانب الجدار التي تبدو مقعرة، خضعت لفعل النحت والتآكل فكشفت عن التكوينات القديمة (الرس)، وساعدت على انهيار السقف، ومع تكرار عملية التراجع الخلفي تتمزق في النهاية أوصال الجدار وتتقطع سلسلته ويظهر على شكل تلال صغيرة شاهدة أو قارات أو كدوات متناثرة، ولما أن يختفي تماما.

وهناك جدار تلالي آخر يقع إلى الجنوب الغربي من الوعب، يبدأ الجدار في جزئه الشمالي امتداده المستقيم تقريبا صوب الغرب لمسافة (٨, ٠) كم، ينحني بعدها متجها نحو الجنوب على شكل سلسلة تلالية طولية، يقطعها على بعد (٦, ٠) كم أحد المسل المائية قاصدا حوض الوعب، تستمر السلسلة الطولية في امتدادها الجنوبي بشكل متعرج، وهو دليل على تفاوت فعل عمليات الحت والتآكل في جوانب السلسلة، والتي تعتمد بدورها على قدرة عوامل النحت، ومدى استجابة التكوينات الصخرية لها، فبقدر ما يزداد التقوس والتعرج في بعض أجزاء السلسلة، بقدر ما ينم عن الدور الفعال لعوامل النحت، وبالتالي تلتحم جوانب السلسلة المتراجعة مع بعضها، حيث تفضي بالنهاية إلى تشكيل صور جيومورفولوجية من الشواهد التلالية المتفاوتة حجما وشكلا وارتفاعا.

تظهر أجزاء السلسلة التلالية الجنوبية والشرقية بشكل أقل تعرجا وتقوسا منها في الغرب، وأن أجزاء كثيرة منها تبدو شبه مستقيمة، ولعل تفسيرنا لهذه الاختلافات لا يكفي أن نعزوه إلى بنية الطبقات وهندسة الصخور، بل يحتمل -وهو الأرجح من وجهة النظر الخاصة- أن تكون من تأثير العوامل الخارجية المناخية؛ لأن السلسلة الغربية أكثر تعرضا - كما أشرنا سابقا - لهجمات الرياح الشمالية الغربية والغربية وصفعاتها، الأمر الذي يؤدي إلى كثرة تعرجاتها وتقوساتها، ومن ثم تراجعها أو تقطعها إلى مجموعات تلالية مبعثرة.

ويلاحظ أن الاختلافات بين أجزاء السلسلة التلالية لا تقتصر على التقوسات أو التعرجات، بل تشمل خطوط الارتفاعات والانحدارات كذلك، ففي اعتلائنا السلسلة من جهة الشمال نرتقي درجات سلمية متسعة ترتفع (٨) م عن سطح البحر، تضيق كلما اقتربنا من الوسط والجنوب وخاصة بين خطوط ارتفاع (١٠)، (١٢) م، (١٨، ٢٠) م، والقيمة الأخيرة تمثل أقصى ارتفاع للسلسلة، ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن انحدارات السلسلة التلالية - رغم التفاوت فيما بينها - تتفق مع انحدارات السطح العام صوب الشمال والشمال الشرقي.

(ج) في المنطقة الجنوبية:

إلى الجنوب من طريق الدوحة - أبو سمرة تنتشر أعداد كبيرة من التلال الشاهدة بأنواعها، فهي إما أن ترافق السلاسل التلالية، أو تقف منفردة كما لاحظنا في شبه جزيرة أبروق ومنطقتي الخور والذخيرة، فالمنطقة الواقعة إلى الشمال من الحرارة، وإلى الشرق من خط طول (١٠ ٥١) شرقا والمتفق مع حوض المرحية والركية، تتبعثر في منطقة البعوضيات مجموعة من التلال القبابية ترتفع ما بين (٥٢-٥٥) م، أما إلى الجنوب منها وخاصة في منطقة الطوار فنلاحظ حافات صخرية جدارية تشكل حلقة طولية تلازمها في كثير من الأحيان تلال شاهدة، أو أنها تبعد عنها قليلا، وعموما فهي عبارة عن قارات سطحها منبسط ومتسع نسبيا، ترتفع أكثر من (٦٠) م، وتميزها جوانب محدبة الانحدار، إضافة إلى العديد من الربوات Knolls ذات الخطوط الكتتورية المقفلة، والتي ترتفع أكثر من (٥٥) م.

إلى الجنوب الحرارة، وخاصة فيما بين «غار البريد - أبو سمرة» في الغرب، ومزرعة ترينا في الشرق، توجد نماذج مختلفة من سلاسل التلال الهضبية والتلال

الشاهدة (قارات، كدوات، كديوات) والربوات، تعج بها المنطقة، وترتفع وسط أرصفة Platforms صخرية منبسطة، ينفرد بها نطاق التلال الميوسينية، ويلاحظ أن مجموعة التلال هذه تتكون من صخور الحجر الجيري والطين العائد لعصر الميوسين، فيما تتألف صخور السطح المستوي المجاور لها من الحجر الجيري والدولومايت المختلط بالطين الصفحي والطين الجيري العائد للإيوسين الأوسط، ونقصد أن التكوينات الإيوسينية تعرضت فترة أطول لعمليات التعرية، فتحوّلت إلى سطوح صخرية مستوية، فيما احتفظت التكوينات الميوسينية بالأحداث بمناسيبها، لذا تشكلت مجموعة من التنهيدات أطلق عليها مسميات محلية منها القرون، والطوير، والقليعات، والخويمات.

ويتمثل نطاق التلال الميوسينية في ثلاث مجموعات:

ج/ ١- مجموعة التلال الشرقية: (الأشكال ١-٣، ١٠-١١، ١٣-١٤)

وهي على هيئة سلسلة تلالية طويلة أو تلال منعزلة، يمثلها طوار الخرامة، وطوار الحريشي وطوير الحمير، وتمتد محوريا من الخرامة في الشمال حتى طوير الحمير في الجنوب الغربي لمسافة (١٥) كم، تتخللها مساطح من الأرض ترتفع ما بين (٤٠-٦٠) م فوق مستوى سطح البحر، فطوار الخرامة عبارة عن مظهر تلالى يمتد من غرب بلدة الخرامة باتجاه الجنوب مع انحراف نحو الغرب قليلا، لمسافة لا تقل عن (١٠) كم، يتميز هذا المظهر باتساعه النسبي في قسمه الشمالي، وارتفاعه الذي لا يتجاوز (٧٥) م، مع وجود بعض الربوات التي ترتفع إلى (٨٥) م، وقور تميزها حافات شديدة الانحدار، ترتفع (٧٠) م.

وكلما اتجهنا نحو الجنوب يظهر التضاد، ففي حين يتدرج ضهر التل بالارتفاع من (٨٤-٩٠) م، تضيق جوانبه، وتظهر الطبقات الصخرية الصلبة على شكل حلقة طويلة متقطعة من الحواف تنحدر انحدارا شديدا نحو الغرب والجنوب، بينما يتميز جانبها الشرقي بانحدار تدريجي، ويعني ذلك -كما في منطقة الوعب- أن محصلة الرياح الغربية -بالإضافة إلى البنية وخصائص الصخور- ساهمت بشكل فعال وواضح في خلق هذه الأشكال التضاريسية، ولا يخلو هذا الجزء من الربوات المنعزلة بارتفاعاتها التي قد ترقى إلى قمم السلسلة، حيث يصل إلى (٨٩) م في بعضها، وإلى (٥٥) م في بعضها الآخر.

وفي منطقة طوار الحريشي التي تبدو على شكل حوض مفرغ تبرز مجموعة من الربوات في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من الطوار بارتفاعات تتراوح ما بين (٦٨-٨٧) م، تتميزها سطوح متسعة ومستوية نسبياً، تحاصرها حواف صخرية تنحدر انحداراً شديداً نحو الجنوب الغربي حيث الجوف المفرغ للطوار، يقابل نطاق الربوات في الجانب الآخر قارة مقعرة الجوانب، شديدة الانحدار، ترتفع في حدود (٨٩) م، وفي الأطراف الجنوبية والجنوبية الغربية لطوار الحريشي تمتد تلتان طويلتان ترتكز كل منهما على محور ش ش غ - ج ج ق، تنتمي الأولى لنوع التلال القبايية التي يميزها انحدار شديد عند القاعدة، وخفيف عند القمة، وترتفع إلى (٥٩) م وخاصة في جزئها الشمالي، فيما تصنف الثانية - وهي تلة كبيرة - ضمن التلال المخروطية التي تبدو جوانبها مقعرة الانحدار، ويبلغ ارتفاع قمته (٦١) م.

وفيما بين طوار الحريشي وقلعة علي بن سعيد يتناثر عدد من التلال والربوات، تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٦٢-٨٥) م، باستثناء تلة كبيرة هي طوير الحمير، ترتكز هذه التلة على محور شمالي - جنوبي، وترتفع قمته التي تقع في وسط الجزء الشمالي إلى (١٠٣) م، ويلاحظ أن التلة الطولية تتميز بسطح ضيق، وحافات تتفق وخط ارتفاع (١٠٠) م، تحيطها من الشمال والغرب والجنوب، ولكنها تنحدر انحداراً شديداً صوب الشرق، وانحداراً يبدو أنه أقل حدة باتجاه الغرب، وكأنها بهذا الوضع عبارة عن كويستا أو كثيب رملي كُسَّحُه مقبب وصَّبَّاهُ مقعر.

ج/ ٢- مجموعة التلال الوسطى:

تتحدد هذه المجموعة من الشمال بطريق «الدوحة - أبو سمر» ، ومن الجنوب «بقليعات علي بن سعيد» ، وهي أكثر ما تكون وضوحاً في هذا النطاق، حيث تنتشر بأعداد كبيرة جداً، ولعل هذا يقودنا إلى توضيح مفاده أن خربة الدرب والقلائل باحتوائهما على هذا العدد المتميز تنتمي إلى جيولوجيا إلى عصر الميوسين الأوسط والأسفل، وتتبع تكويناتهما المتمثلة في الحجر الجيري والصلصال، والحجر الجيري والطباشير والصلصال المحتوي على طبقات من الجبس والسلسليت الدام الأسفل والأعلى على التوالي، فبهذه الخصائص تمكنت العوامل الخارجية من تفتيت كتلتي خربة الدرب والقلائل وتحويلهما إلى هذا الكم من التلال المبعثرة.

فخرزة الدرب ذات الامتداد الطولي تضم سلسلة من التلال بأنواعها المتباينة والربوات الصغيرة، تتفق في امتدادها مع امتداد الخرزة، وهي عبارة عن ثلاث مجموعات تلتحم معا في الجزء الجنوبي من الخرزة، فمجموعة الربوات الشرقية أقلها ارتفاعا وأصغرها حجما، إذ لا تزيد في ارتفاعها على (٦٠) م، وهناك مصفوفة أخرى من الربوات الصغيرة تقع في الجنوب الغربي من الخرزة وترتفع إلى (٦٢) م، أما المجموعتان الوسطى والغربية فتمثلهما تلال شاهدة (قور)، يتميز بعضها بسطوح منبسطة وشكل قبائي، والبعض الآخر بسطوح ضيقة وشكل مخروطي، وتراوح ارتفاعاتها بين (٨٦-٩٩) م، وهي جميعا تغلفها حافات صخرية قد لا تكتمل حلقاتها في البعض وخاصة تلك التي تقع في الجنوب، وتجمعها سمة الانحدار الشديد، إلا إذا خلت جوانبها من الحافات الصخرية، فتباعدت بالتالي خطوط ارتفاعاتها وخفت انحداراتها.

والقلائل التي تمتد إلى الجنوب الغربي من خرزة الدرب تمثل تلا كبيرا، إلا أنه بحكم خصائصه الجيولوجية وهندسة طبقاته تفرغ في أجزاء كثيرة من بعض محتوياته الصخرية، فغدا التل عبارة عن مجموعة من التلال الشاهدة تتناثر على امتداد رقعته، فنشاهد قارات ثلاث في الوسط ترتفع ما بين (٩٤-٩٩) م، تتخذ جوانبها شكل انحدار مقعر، أي أنها مخروطية الشكل، وهناك مجموعة أخرى تختلف عن الأولى من حيث السطوح المنبسطة الواسعة، والطبقات الصخرية القاسية التي تتوج قممها فتحمي بالتالي ما دونها من صخور رخوة من تأثير العوامل الخارجية، والارتفاعات التي تتراوح ما بين (٥٤-٦٤) م.

ج/ ٣- مجموعة التلال الغربية: (الساحلية)

إلى الجنوب من طريق «الدوحة - أبوسمرة»، وإلى الغرب من تكوينات العرايج الرملية (العريق)، ثمة مجموعة من التلال نطلق عليها تلال النفخة Al-Nafkhah، تتكون من الحجر الجيري والطين، وتعلوها قمم منعزلة يصل ارتفاعها إلى حوالي (٤٦) م، تتخللها ربوات منفصلة عن الأرض المجاورة، وتقع في الجزء الجنوبي الغربي من تلة النفخة، بارتفاعاتها التي تتراوح بين (١١-٣٦) م، ويلاحظ أن هناك كدوة تقع إلى الشمال الشرقي من التلة الأم جنوب الطريق،

ترتفع في حدود (١٣) م، وتميزها جوانب مقعرة شديدة الانحدار، تماثلها تلة شاهدة على شكل قارة تقع في الجزء الجنوبي من تلة النفخة، سطحها منبسط ومتسع نسبياً، ترتفع (٢٧) م، وتشكل الحافات الصخرية نصفها الجنوبي.

إلى الجنوب من خط عرض غار البريد تمتد مجموعة تلالية تشمل الخويمات، وهي عبارة عن تلال بيضاء، تظهر عليها آثار تكوينات الطباشير، وتبدو للنظر كالأناصيب وسط أشرطة من الرمال الصفراء، ترتفع إلى أكثر من (٦٠) م، يتبعثر إلى جانب هذه المجموعة عدد من الربوات الصغيرة وخاصة على أطراف الكتلة حيث ترتفع ما بين (٢٣-٤٦) م، ويلاحظ أن حزم المسحبية مزقته عوامل التعرية، وخاصة عمليات الإذابة بفعل الأمطار، وعمليات الهدم والإرساب اللتان تتولاهما الرياح بدليل المظهر التلالي والإرسابات الرملية التي تتخلله وتفصل بين مجموعاته.

وإذا انتقلنا إلى الوحدة الثالثة صوب الجنوب، حيث قرن أبو وائل، لوجدنا صوراً تضاريسية أكثر تعقيداً وتضرساً، ويمكننا بسهولة ويسر أن نعتلي التل من أحد أطرافه، إلا أننا نواجه صعوبة حال اقترابنا من خط ارتفاع (٢٠) م، حيث تبدأ خطوط الارتفاعات في التراحم والتقارب وربما يلتحم بعضها مكوناً حافات صخرية شديدة الانحدار، وعلى ارتفاع (٤٠) م تأخذ الجوانب في الوضوح والتقعير، والقمم في الارتفاع والاسترقاق حتى علو (٧٤) م فوق مستوى سطح البحر.

وفي أقصى جنوب شبه جزيرة قطر حيث مناطق جوي السلامة وسودانثيل وعقلة المناصير تظهر ضمن تكوينات الدمام الأسفل العائدة للإيوسين الأسفل سلاسل تلالية واضحة المعالم، جرفية الجدر في بعض حلقاتها، يحيط أولاهها بالحوض المفرغ لجوي السلامة من ارتفاع يتراوح ما بين (٢٠) م للحزامين الغربي والشرقي و (٣٠) م للحزام الشمالي، ويبدو أن الجدار الجرفي في هذا الموقع يتكون من عدد من الجروف أو الحافات الصخرية المتتابعة طولياً أو عرضياً، تلازمه في كثير من المواقع بعض التلال الشاهدة بأشكالها القبابية أو المخروطية والربوات الصغيرة، التي تزيد ارتفاعاتها على (٣٨) م، هذا المظهر الجيومورفولوجي يرصع جوف الحوض، ويجمع بين أنواع التلال الشاهدة من قور وكدوات وكديوات ذات الجوانب المقعرة أو المحدبة والقمم التي ترتفع ما بين (٢١-٣٩) م، إضافة إلى كم من الربوات ذات الارتفاعات المتدنية بحيث تبلغ ما بين (٢-٩) م.

ويغلف ثانيها الحوض المفرغ لسودانثيل وعقلة المناصير، ويبدأ من الحدود القطرية وقد طمست بعض معالمه فرشاة الرمال التي تحاذي سبخة سودانثيل من الغرب، إلا أن صورته التضاريسية وملامحه الجيومورفولوجية تأخذ في الوضوح كلما اقتربنا من مركز سودانثيل، وعلى بعد (١, ١) كم من المركز يدور الجرف دورة شبه كاملة حول حوض صغير مفرغ ليبقي على فتحة تصله بالحوض الجنوبي ونطاق السبخة، ينطلق الجرف من المركز نحو الشمال في حزامين متوازيين يختلفان عما سبق، يحصران داخلهما مجموعة من التلال الشاهدة والربوات اللواتي ترتفع قممها ما بين (٢٥-٤٦) م حتى خط عرض (٢٤ ٣٥) شمالاً..

والى الشمال من خط عرض (٢٤ ٣٥) شمالاً يعود الوضع إلى ما كان عليه، فيرسم الجدار مستطيلاً من الحافات الصخرية غير متصلة الحلقات حول حوض داخلي، تتراوح ارتفاعات شرفاتها المطلة على الحوض بين (٣٠-٣٨) م، بينما تجاري جوانبها الواقعة في قفا الحوض خطوط ارتفاعات تقع بين (٤٠-٤٦) م، وهذا يعني أن انحدار الحافات الصخرية يتدرج نحو الداخل بشكل سلّمى، ويلاحظ أن هذا الجدار لا تلازمه أي من التلال الشاهدة كما هو الحال في السلسلة الأولى أو حتى في الحلقات الأولى من السلسلة الثانية.

٣- التلال المتحجرة:

كانت هذه التلال كثباناً رملية ساحلية، يدخل في تكوينها الحجر الرملي الكلسي (البطروخي) Pseudo-oolitic، المتميز بمساميته، وقد أرسبت في فترات سادها الجفاف أثناء النصف الأول من عصر البلايستوسين بفعل الرياح، فشكّلت بالتالي السواحل القديمة لشبه جزيرة قطر، ولعل احتواءها على نسب متباينة من الرمال الخشنة Coarse والحصباء Gravels والحصى Pebbles والجلاميد Boulders ذات الجوانب المثلمة، ووجود بعضها عند مصبات الأودية، يعد دليلاً على انطباع أنظمة نهريّة في مراحل مبكرة من تاريخ نشأتها.

ويبدو أن رواسب الكثبان السائبة تماسكت حبيباتها بفعل المياه إثر حدوث فترة مطيرة تلت فترات الجفاف، فما دامت تكويناتها مسامية، فإن مياه الأمطار كانت أثناء تسربها عبر المسام تذيب ما تحتويه هذه التكوينات من كربونات الكالسيوم،

وعند عودة المحاليل المركزة تجاه السطح يتم إعادة ترسيب الكربونات في المسام فتغدو مادة لاحمة، (صلاح بحيري ومضيوف الفراء، بدون تاريخ، ص ٣٤) وحال تبخر المياه تتخلف المادة اللاحمة التي تعمل على تماسك ذرات الرمال التي تتحول إلى حجر رملي، وبهذا أضحت الكثبان الرملية تلالا ساحلية متحجرة.

يتضح لنا من قراءة (الخريطة الجيولوجية رقم ١-٢) أن كثيرا من الكثبان الرملية المتحجرة تقف شواهد ثابتة على مدى تطور الساحل فيما بعد، وتُلاحَظ على الساحل الشرقي بدرجة أكثر منها على الساحل الغربي، ولكنها أوضح ما تتمثل في منطقة الغارية وفويرط والجساسة وإلى الغرب والشمال من مصب وادي القبر الواقع إلى الشمال من بحيرة الذخيرة الداخلية، ومنطقة الوُصَيْل وحزم الثعيلب أمام وادي البنات شمال الدوحة، وإلى الجنوب من الوكرة (ما يسمى بجبل الوكرة)، وتظهر بعيدا عن الساحل في منطقة النقيان تفصلها عنه رواسب السبخات الأحدث.

وفي شبه الجزيرة نجد أن السكان يطلقون على هذه المتحجرات اسم جبل، وهي في الواقع تلال، سنختار أهمها: تلال فويرط والجساسة والوكرة:

فتلة فويرط تقع بين خرائب الغارية في الشمال وبلدة فويرط في الجنوب، وتشرف على الساحل مباشرة، وهي تلة طويلة تمتد مع امتداد خط الساحل، تضيق في نصفها الشمالي وتوسع في النصف الجنوبي، تميزها قمتان جواربهما مقعرة، ترتفعان ما بين (١٣-١٨) م، تفصلهما منطقة حوضية يصل ارتفاعها إلى (٧) م، وعليه فإن التلة بوجه عام مخروطية الشكل، تنحدر انحدارا شديدا تجاه المنطقه الحوضية، وخفيفا على الجانبين.

أما سلسلة تلال الجساسة فتقع فيما بين الغنيّة والحويّلة، قبالة التقوس الساحلي الذي يسبق رأس قرطاس من الشمال، أي أنها تمتد طوليا بين الشمال والجنوب في موقع إلى الشرق تماما من الجذيع، وتبتعد عن الساحل بما لا يزيد على (١,٦) كم، ولا تقل عن (١,٢) كم، وهي عموما تختلف في خصائصها التضاريسية والجيومورفولوجية عن تلة فويرط، فهي في جزئها الشمالي الشرقي عبارة عن جدار جرفي مغلق تماما على منطقة حوضية يحتمل أن تكون قد أُفْرِغَتْ من محتواها الصخري الهش.



ومن الركن الشمالي الغربي للجدار الجرفي تنبعث سلسلة تلالية تشرف في مسارها صوب الجنوب الغربي على نطاق من السبخات، وعند نهايته الجنوبية تنحرف السلسلة نحو الجنوب الشرقي فالجنوب لمسافة تبلغ (٢) كم، ثم تدور السلسلة لتعود من حيث أتت وينفس المسافة، حيث تشكل جدارين متقاربين جدا من الحافات الصخرية تفصل بينهما مسافة قد تصل في حدها الأعلى إلى (١٠٠) م، ولا تزيد في حدها الأدنى على (٢٥) م، تتكرر عملية الدوران مرة أخرى مع بعض الفروقات المتمثلة في المسافة التي تبلغ (٥, ٠) م، والتقارب بين الحافتين لدرجة التلاحم وكأنهما حافة واحدة، وفي نهاية مسارها الأخير تنحرف السلسلة نحو الشرق فالشمال الشرقي لتلتقي الجدار الجرفي هذه المرة من ركنه الجنوبي الغربي.

وفي أقصى الشرق تمتد سلسلة تلالية تختلف عن الجدار الجرفي الذي يقع إلى الشمال منها، وذلك في أن جوانبها المقعرة، وشرفاتها ذات الانحدارات الشديدة تطل على الأراضي المجاورة لها في الخارج، وعلى العموم فإن سلسلة الجساسية تتفق مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤-١٠) م، وأن أعلى قمة لها تتمركز في الركن الشمالي من أطول سلاسلها المزدوجة، وترتفع (١٧) م تقريبا.

كانت تلة الوكرة تقع على بعد (٢) كم إلى الجنوب من مدينة الوكرة، ولكنها اليوم أصبحت جزءا من حدود المدينة، تتركز التلة التي تبعد عن خط الساحل في حدود (١٥٠) م على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتتفاوت ارتفاعاتها عند القاعدة على الجانبين، فالجانب البحري يبدأ من خط ارتفاع (٤) م، فيما يمثل القاعدة على الجانب المناظر خط ارتفاع (٦) م، وعلى ارتفاع (٨) م يتشكل حزام يضاوي من الحافات الصخرية ذات الانحدارات الشديدة.

تأخذ خطوط الارتفاعات على الجانبين بالتقارب صعودا نحو القمة الشمالية مع تميز الجانب الغربي بالتحام خطوطه نوعا ما، مما يؤكد على شدة انحدار هذا الجانب، وخاصة أنه يتعرض بدرجة أكبر لضربات الرياح الشمالية الغربية أو الغربية، بينما تباعد خطوط الارتفاعات أو أنها تختفي كلما اقتربنا من القمة الجنوبية، ولهذا لا ينصبُّ التباين بين القمتين على قيم الارتفاع فحسب، بل تدرج تحته خصائص الانحدار وسمة السطح، فالقمة الشمالية ترتفع (٢٣) م تقريبا،

وتبدو مخروطية الشكل، مقعرة الجوانب، مجزورة من الأعلى، أما الجنوبية فيمثلها خط ارتفاع (١٨) م، قباية الشكل، جوانبها محدبة الانحدار.

خصائص بقايا سطوح التعرية:

وفي ضوء معالجتنا للتلال بأنواعها المختلفة، على أنها إحدى الأشكال المورفولوجية، رأينا أن تُوجَّه بدراسة تُنصَّبُ على خصائص القمم والمساحات المتبقية، بهدف التعرف على ما قد يوجد على السطح في شبه جزيرة قطر من مستويات تعرية، أو ما يسمى بقايا سطوح التعرية، وتحقيقاً لهذا الهدف قمنا بحصر القمم أو المرتفعات التي يمثلها خط ارتفاع مغلق مع الأخذ في الحسبان أن يكون حد المساحة القصوى لخطوط الارتفاعات المغلقة (١) سم ٢، على خرائط مقياسها ١: ٥٠٠٠٠. بمعنى أن المساحة تقل عن (٢٥, ٠) كم ٢.

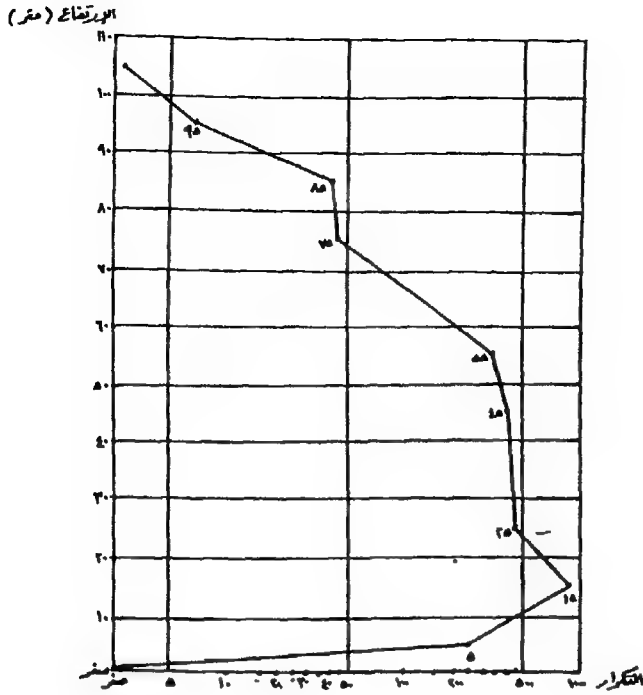
وقد بلغ عدد النقط التي تم تجميعها (٢٧٧٠) نقطة، دُوِّنت في سجل بفارق منسوب (١) م؛ لأن الفارق التضاريسي المحلي صغير جداً، وأن أعلى نقطة في قطر تبلغ (١٠٣) م فقط، ولهذا تم عمل جداول تكرارية لعدد النقط المتوفرة وتجميعها في فئات مناسبة كان أولها التعامل مع فئات تكرار (١٠) م، ورسم لها:

(١) المنحنى الأليمتري التكراري (شكل رقم ٣-١٨)، حيث استعملت لهذا الغرض ورقة رسم بياني لوغاريتمي، مع ملاحظة توقيع النقط مقابل مراكز الفئات.

ومن الشكل تتبين لنا الخصائص التالية:

١- تتزايد تكرارات القمم مع تزايد الارتفاع ولكن لحد معين يتمثل عند خط ارتفاع (١٥) م، ويتضح أن هذا الخط هو الحد الفاصل بين التزايد والتناقص، وأنه يضم أكبر التكرارات، ويخيل إليّ من واقع الخرائط الطبوغرافية، وخصائص السطح في شبه جزيرة قطر أن المنطقة التي يتركز فيها هذا الكم من التكرارات تقع قريبة من الساحل الشرقي وتنحصر في المنطقة الواقعة إلى الشمال الغربي من الدوحة، (خريطة رقم ٢-١)، هذه المنطقة تمثلها في الواقع تكوينات الرس العائدة للإيوسين الأسفل، وهي أقدم التكوينات الظاهرة على السطح، وتضم





شكل رقم (٣-١٨) المنحنى الأليمتري التكراري للقمم فئات (٥) أمتار

أهم حقول آبار المياه في قطر، فلا غرابة إذن أن تكون قد تعرضت لفعل عوامل التعرية والنحت والتخريب، ومن ثم تشكيل أحد أهم سطوح التعرية في شبه جزيرة قطر.

٢- يبدو من شكل المنحنى الأليمتري أن قيم التكرارات تأخذ في التناقص المتواتر مع تزايد الارتفاع، وهذا يعني أن هناك علاقة عكسية بينهما، أي أن العلاقة التي بلغت قيمتها (-٠,٨٨١)، سالبة، وتشير هذه العلاقة إلى أن ما نسبته (١٢٪) من العوامل يحدد قيم التكرارات صعوداً نحو القمم العليا بالمواصفات التي تم على أساسها اختيار العينات.

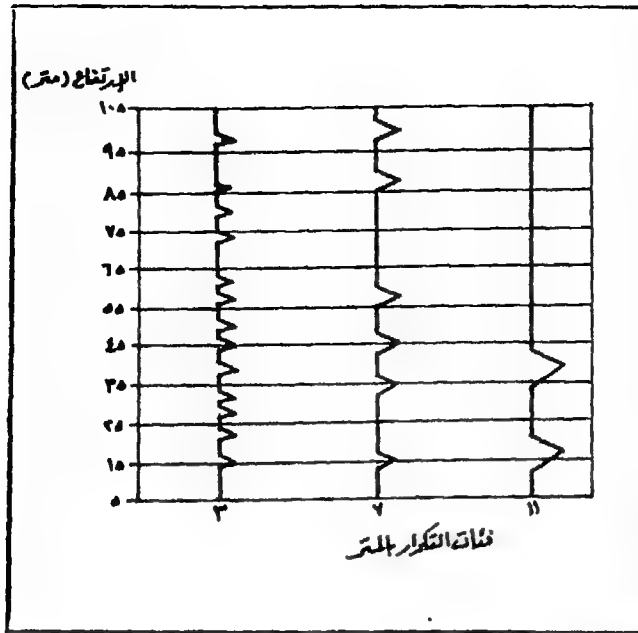
٣- يلاحظ من المنحنى الأليمتري أن أكثر من ثلث قيم التكرارات ينحصر ضمن فئة الارتفاع الواقعة بين (١٠-٢٠) م، تقترب من هذه النسبة دون أن تحاذيها قيم التكرارات التي تحتويها الفئتان (٢١-٣٠) م، (٣١-٤٠) م

مجتمعة، في حين لا تمثل القيم التي تزيد ارتفاعاتها على (٧٠)م أكثر من (٧٪) من جملة عدد التكرارات.

٤- تبرز على طول خط المنحنى الأليمتري ثلاث زوايا ممثلة لرؤوس مثلثات ثلاثة، تتفاوت في قيمها بقدر ما تتفاوت في مدى انفراجها، تقابلها أربعة تقوسات داخلية تمثل الخطوط الواصلة بينها قواعد المثلثات الثلاثة، فزاوية الرأس في المثلث الأول تبدو حادة وتمثل أكبر التكرارات عند ارتفاع (١٥) م، وقاعدته عبارة عن الخط الواصل بين عدد التكرارات لكل من خطي ارتفاع (٥، ٢٥) م، وزاوية الرأس المنفرجة في المثلث الثاني تناظرها عدد التكرارات الواقعة عند مستويات (٤٥، ٥٥) م، وهي مستويات تتفق ونطاقات القوس القطري ومناطق الحزوم وتشغل الأجزاء الوسطى من شبه الجزيرة، ونظرا لانفراج الزاوية، فإن القاعدة تتسع لتشمل عدد التكرارات الواقعة بين المناسيب (٢٥-٧٥) م، أما زاوية الرأس في المثلث الأخير، فإنها أقل حدة في انفراجها من زاوية المثلث الثاني، وتنفوق زاوية المثلث الأول، وتمثلها قيم التكرارات الواقعة عند مستويات (٨٥) م، وتنحصر في منطقة النخس والنفخة والطورات، وتمتد لتشمل أجزاء من قبّاب دخان والفحاحيل وجليحة والقليعات إذا عرفنا أن قاعدة المثلث تصل بين تكرارات خطي ارتفاع (٧٥، ٩٥) م.

(ب) الهستوجرام الأليمتري التكراري: وهو أحد الأشكال الإحصائية الذي يمثل تكرارات القمم بحسب فئات الارتفاع كالمنحنى الأليمتري، ولكن الهستوجرام يركز على توزيع أكبر التكرارات فقط، وهو ما نطلق عليه «الخطوط البيانية للقمم التكرارية» ونعني بها أن نحدد الفئات التي تزيد تكراراتها على القيم التي تسبقها أو تلك التي تليها مباشرة، وقد تم اختيار ثلاث فئات تكرارية لهذا الغرض، تمثلها الفئات (٣، ٧، ١١) م، فحصلنا من الرسم البياني على ثلاثة خطوط توضح مدى تركيز القمم التضاريسية. ومن (الشكل رقم ٣-١٩) نستخلص الخصائص التالية:

١- في حالة اعتمادنا على أوضح القمم، فإننا سنكون بإزاء سطوح تعرية يزداد عددها كلما قلت حجوم فئات الارتفاع، ولذلك يمكن تمييز بضعة



شكل رقم (٣-١٩) **الرسوبية المألوية التكرارية (الخط البياني للقيم التكرارية)**

قمم تتطابق تقريبا على طول الخطوط البيانية، وأوضح مثل لتلك القمم التي يمكن تجميعها حول خط ارتفاع (١٥) م ضمن الفئات الثلاث (٣، ٧، ١١) م، هذه الحالة يمكن تبينها بسهولة كذلك حول (٤٠) م في خطي فئات (٣، ١١) م، وحول (٤٥، ٥٧، ٨٧) م في خطي فئات (٣، ٧).

٢- فإذا بدأنا بمناقشة ما يمثله خط فئات (١١) م، فإننا نقف أمام قمتين على الخط البياني، هما ما يتراوح بين (١٢، ٢٢) م، وبين (٣٤، ٤٤) م، ولكل من هاتين القمتين - في الواقع - تفسيرها الخاص والواضح، فالقمة الأولى من المحتمل أن تشكل ما يسمى بسطح التسوية التحتية تم تقطيعه ضمن الجوانب الشرقية للقوس القطري والتي تشغلها تكوينات الرس، وطبقة أبروق Abarouq Member ويمتد - كما ذكرنا - إلى الشمال الغربي من الدوحة، وفي منطقتي الخور والذخيرة، وشبه جزيرة أبروق، وما يجدر ذكره في هذا المقام تركيز العديد من الربوات والتلال الصغيرة التي تشغل الموقع ضمن هذه المناسيب.

ونلاحظ وجود استقامة واضحة في الخط البياني بين القمة الأولى والقمة التي تليها وما بعد القمة الثانية، وهي (٣٤-٤٤) م، ولعل هذه الاستقامة تعكس الانتظام والاستمرار النسبي لتكوينات الدمام الأسفل وضمن محور القوس القطري، ويبدو أن تركيز القمم ما بين (٣٤-٤٤) م في الخط البياني السابق يرتبط - من ناحية - بنطاقات الخزوم وما يتخللها من أحواض مغلقة تعكس ميزة مورفولوجية ثانوية تتمثل في الانحدارات المعاكسة لانحدار السطح العام، كما أنها ترتبط - من ناحية ثانية - ببعض الحافات الصخرية المصاحبة للعديد من الأحواض التي تشكلت عن طريق الإذابة الكارستية.

٣- وإذا ما انتقلنا إلى تحليل قمم الخطين البيانيين في الفئات (٧، ٣) م، فإننا نلاحظ سطحا متقطعا ودون تركيز واضح لقمم الخط البياني في نطاقات معينة، وخاصة في فئة (٣) م، إذ يبدو أن هذا السطح تأثر بأنماط من الشقوق والمفاصل كان لها دور في تكوين روافد عكسية ساهمت في التقطيع الشامل للسطح من خلال إبراز العديد من الدوائر الكنتورية، وأن هذه الروافد كانت هزيلة لدرجة أنها لم تستطع تعميق أوديتها في صخور الإيوسين الأسفل والأوسط لأسباب هيدرولوجية.

٤- كما تجدر الإشارة إلى أن التفصيلات التحتاتية التي تعكسها الخطوط البيانية لفئات (٧، ٣) م قد ترتبط بها خصائص مورفولوجية ليس بالضرورة أن تفصح عن مراحل تحتاتية بارزة، أو أن لها علاقة ببعض القباب السنامية المفرغة ذات الصخور التي تتفاوت في استجابتها لفعل عمليات النحت والتعرية، وما يتخلف عنها من سطوح تبدي بعض التركيز في القمم، ويقع ما يمكن تمييزه من تركيز بين (٢٧، ٣٣) م في الخط البياني لفئة (٣) م، وبين (٥٧، ٦٣) م لخطي الفئتين (٧، ٣) م.

الإشارة الأولى الخاصة بتركيز القمم بين (٢٧، ٣٣) م ترتبط ببعض تلال الحجر الجيري والدلومايت المتفقة مع النصف الشمالي الأوسط من القوس القطري وخاصة تلك التي تتمشى مع خط عرض منطقتي الخور والذخيرة، والإشارة الثانية

للمركز الذي يتضح ما بين (٥٧، ٦٣) م مع احتمال ارتباطه بمرحلة تعرية حديثة نسبياً، أثناء تفريغ بعض القباب، وتراجع الجدر الجرفية، فإنه تأثر بتكوينات الهفوف من الجراول والرمل القاري التي صمدت أمام عمليات النحت فاحتفظت بنوع من التحذب الواضح، ويتمثل ذلك في الجنوب القطري وخاصة منطقة الطوارات.

وعلى ضوء ما تقدم يمكن أن نقترح ثلاث مراحل تعرية حدثت في شبه جزيرة قطر، وتم استخلاصها من المنحنى والخطوط البيانية للقمم التكرارية هي:

١- مرحلة التسوية والتقطيع التي حدثت لتكوينات الرس إلى الشمال الغربي من الدوحة وتكوينات أبروق، وتتضح ما بين (١٠-٢٠) م، وما تلاها من عملية تفريغ وإزالة أجزاء من قبة سمسمه، وتراجع للحافات الصخرية والجروف الساحلية في كل من منطقتي الخور والذخيرة وشبه جزيرة أبروق.

٢- مرحلة تمزق أجزاء من القوس القطري وجوانبه وتشكيل الحزوم والشظايا الصخرية التي تبدو على هيئة بريشيا أو كونجلوميرات، وتتركز ما بين (٢٧، ٣٣) م.

٣- مرحلة أحدث من المرحلتين السابقتين وتتركز ما بين (٥٧، ٦٣) م، وتشتمل على مرحلتين ثانويتين متتاليتين أو قد تكونان متلازمتين أحياناً، الأولى تمثلها عمليات التفريغ والهدم التي حدثت لبعض تكوينات الميوسين والبليوسين، وتشكيل جدر صخرية شديدة الانحدار، والثانية تنحصر في انزلاق الكتل الصخرية.

سادساً: الأشكال الرملية الهوائية؛

هي أشكال رسوبية من الرمال المتباينة حجماً وتوزيعاً، لعبت الرياح الدور الرئيسي في تشكيلها، وتتمثل في نوعين: الغطاءات الرملية، والكثبان الرملية.

١- الغطاءات الرملية؛

لا تقتصر الأشكال الرملية في تواجدها على الجنوب (خريطة رقم ٣-١)، بل تنتظم على هيئة غطاءات رملية تغطي الجزء الشمالي من شبه جزيرة قطر فيما بين فويرط في الشمال ورأس أبو طعام في الجنوب، وينتشر هذا النوع في الجزء الغربي من قطر حيث تتوغل داخل نطاق المرتفعات وتغطي الأجزاء المنخفضة في منطقة دخان، وتمتد لتشمل الأجزاء الجنوبية من سبخة دخان، وتتواصل من أم باب باتجاه الجنوب في أشربة ضيقة حتى الخرائج، حيث تتسع تارة وتنحسر تارة أخرى إلى أن يتوقف امتدادها عند التقاء حزم النخس مع طريق الدوحة - أبوسمرة.

إلى الجنوب من نقطة الالتقاء هذه تظهر الغطاءات الرملية على شكل عروق تشغل منطقة وادي العريق (العرايج) الذي تمتد معه نحو الجنوب حتى الحدود القطرية، وقد تحصر فيما بينها وخاصة إلى الجنوب من خط عرض غار البريد مجموعة تلال المسحبية أو ما تسمى بالخويجات، ويلاحظ أن هذه العروق تتسع في قطاعين يقع الأول إلى الشمال من «أبو سمرات العريق»، ويتفق الثاني مع «مشاش بن شافي»، وتتخلل غطاءات العريق الرملية مخلفات وبقايا من رواسب السبخات، تتخذ في امتدادها أحيانا اتجاهها عرضيا أو محوريا متقطعا، وتتفق أحيانا أخرى مع الامتداد الطولي لوادي العريق.

من أم المسام المقابلة لقليعات بن سعيد يمتد باتجاه الجنوب الشرقي شكل آخر من الغطاءات الرملية هو «خيوط روضة الفرس» تبدأ من الشمال على شكل فرشاة رملية متصلة، تبرز وسطها تكوينات من الحجر الجيري والصلصال المتمية للدام الأسفل والعائدة للميوسين الأوسط والأسفل، وهذا يعني أن الخيوط الرملية الأحدث عمرا طمست ما يليها من تكوينات تقع أسفل منها وغطتها بقدر يفوق ارتفاعات قممها، وأبقت على المخلفات التي ترتفع كتلال شاهدة منعزلة توحى بأن الفرشات الرملية الخيطية نقلتها الرياح وأوضعتها في مواقعها الحالية (شكل ١-٣).

يختلف الشكل العام لخيوط روضة الفرس ابتداء من كعب الناقة باتجاه الجنوب، فتظهر الأشكال ذات الأحجام الصغيرة من الكشبان الهلالية التي يبدو أنها وصلت - مع تشكل الجانبين - إلى مرحلة النضوج، وأعني بالجانبين الكُسَّاح والصَّبَّاب، إضافة إلى العديد من الكشبان العرضية التي تشكلت مع توافر الهلالية الصغيرة، حيث التحمت هذه الكشبان في موجات عرضية ومتتالية في اتجاه مُنصَرَف الرياح مع وجود بعض الغطاءات الملازمة لها حتى منطقة غارب الضب.

٢- الكشبان الرملية:

تنتشر الكشبان الرملية في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة قطر وخاصة النصف الشرقي منه (شكل رقم ١-٩)، وتتظم الكشبان الرملية في مجموعات على هيئة نطاقات، تحددها منطقة مثلثة الشكل رأسها في الشمال وعلى بعد (١٢) كم جنوب «أبو نخلة»، وقاعدتها التي تركز على الشريط الساحلي الممتد من

مسيعيد حتى خور العديد بطول يبلغ في حدود (٥٣) كم، وضلعها الذي يتفق في امتداده مع خط أنابيب المياه إلى الجنوب من «أبو نخلة» حتى مسيعيد بطول (٣٢) كم، ويبلغ طول الضلع الثالث الذي يصل بين النقطة السابقة في الشمال وخور العديد في الجنوب حوالي (٥٦) كم، وعلى هذا الأساس تبلغ المساحة التي تشغلها هذه النطاقات (١٠٪) تقريبا من مساحة شبه الجزيرة.

ويتضح من الخريطة أن النطاق الشرقي من الكثبان الرملية يعتبر أهم النطاقات الثلاثة، وذلك من حيث المساحة، وتعدد الأشكال والأحجام والأنواع التي يضمها، وقد أطلق عليه السكان في قطر اسم «النقيان»، فهناك عند رأس المثلث تنتشر مجموعة نقيان أبو قطبتين، وإلى الجنوب الغربي من عفجة مسيعيد يوجد نقيان العفجة، ونقيان مسيعيد تلك التي تمتد إلى الغرب من مصب الزيت، ونقيان الونية الواقعة شمال خور العديد، ونقيان البغلة التي تمتد إلى الجنوب من خط عرض (٢٤°٥٠) شمالا، وإلى الشمال من رأس المحارف المتوغل وسط البحيرة الجنوبية لخور العديد لحوالي (٣,٢) كم يوجد نقا المحارف.

يمتد النطاق الثاني: من «أم جرة» الواقعة إلى الجنوب من طوار الحريثي حيث طمس أم جرة حتى الحدود القطرية مروراً بمشاش أم جرة وأم عنز وأوقاب الطير والقرائن وأم دايفينا وكل من عقلة المناصير وسودانيل، وهي عبارة عن كثبان رملية صغيرة في أحجامها إلا القليل، متناثرة في توزيعها، لم يصل الكثير منها إلى مرحلة النضوج بعد، ويطلق عليها كما هو واضح اسم «طمس وجمعها طعوس»، والنطاق الثالث: تمثله خيوط روضة الفرس، وقد نوهنا عنها سابقا وضمن الغطاءات الرملية، وبينما أن الكثبان تبدأ في الظهور إلى الجنوب من كبع الناقة.

أنواع الكثبان الرملية:

تختلف الكثبان الرملية في كثير من الخصائص الجيومورفولوجية، إذ تتباين في أبعادها (الطول، العرض، الارتفاع)، بقدر ما تتفاوت في انحداراتها، فبعضها يتميز بشدة انحداره، ومدى التغير الذي يطرأ على هذا النمط، ومن ثم على الشكل الذي تنفرد به سطوح بعضها عن البعض الآخر، لذا حاول كثير من المهتمين بدراسة الكثبان الاعتماد على هذه الأسس عند تصنيفها إلى أنواع مختلفة

سيرد ذكرهم فيما بعد، وبناء على ذلك تم التعرف على العديد من الأنواع والأحجام نفصلها في التالي:

(١) الكثبان الهلالية:

تتخذ هذه الأنواع في اتجاهها نحو مُنصَرَف الرياح شكل الأهلة في منازلها الأولى، وتعرف الكثبان الهلالية «بالبرخان» Barchan Dunes (جمعها: برخاناث وهي كلمة تركستانية)، يتكون هذا النوع إذا توافرت مجموعة من العوامل أهمها:

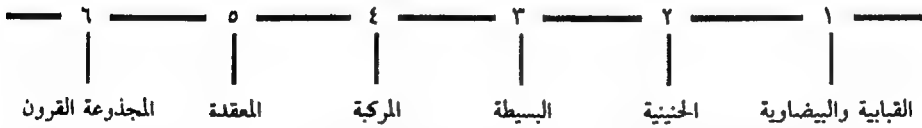
١- أن تهب رياح قوية من اتجاه واحد (McKee, 1979, p. 8) تزيد سرعتها على (٢٠ كم/ساعة)، وهذا ما ينطبق على الرياح الشمالية الغربية السائدة التي تهب على قطر.

٢- وأن يتميز السطح بتضاريس محلية منخفضة، وبانحدارات طفيفة وهي خصائص لمسناها أثناء دراستنا لطبوغرافية قطر.

٣- كما ينبغي أن تتوافر كميات من الرواسب الرملية السائبة (المفككة) بالقدر الذي يسمح بتكوين مثل هذه الأنواع من الكثبان.

إلا أن أي تغير في خصائص هذه العوامل يؤدي بالتالي إلى تعديلات في أشكال الكثبان الرملية (Breed, et al., 1979, p. 373)، وقد أمكن التعرف على ستة أشكال من الكثبان الرملية الهلالية في قطر (نبيل إمبابي ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ج١، ص٧٤)، يوضحها الرسم التخطيطي التالي:

أشكال الكثبان الهلالية



ولهذه الأشكال أنماط متباينة، فالشكل القبائي يتميز بأبعاد متساوية، وانحدارات جوانبه المتعادلة، وأعلى نقطة فيه تتمركز في الوسط. أما الشكل البيضاوي فإن طوله يفوق عرضه، وشكل الجانب الذي يقع في ظل الرياح يجنح إلى الاستقامة، ورغم هذا التباين فإن هذين الشكلين يمثلان مرحلة أولية في تكوين

الكثبان الهلالية (McKee, 1979, p. 98, Chap. E)، ومع توافر عناصر الاتفاق بين الأشكال الجنينية والكثبان الهلالية في السمات العامة، إلا أن هناك اختلافات واضحة تمثل في أن قرون الأشكال الجنينية ما زالت صغيرة، وتقوساتها خفيفة، وصباياتها الحقيقية ما فتت تحتفظ بالتحذب، ولذا تمثل الجنينيات مرحلة انتقالية بين الشكلين القبائي والبيضائي من ناحية، وبين الشكل الهلالي النموذجي من ناحية أخرى.

أما الأشكال البسيطة فتوحي بوصول الكثبان الهلالية إلى مرحلة النضوج، حيث يسفر مظهرها العام عن التناسق التام في الشكل رغم الاختلاف في الحجم. في حين تتميز الأشكال المركبة بثلاثة أنماط: يعتبر النمط الأول أكثرها انتشارا في شبه الجزيرة القطرية، وينتج عن التحام قرني الكتيب بآخر بسبب التباين في معدلات الحركة تجاه منصرف الرياح، ويظهر النمط الثاني من الأشكال المركبة في الجزء الشرقي من نطاق الكثبان الرملية، وهو عبارة عن كتيب كبير وعدد من الكثبان الصغيرة ما برحت في مراحل تكوينها الأولى، وتعرف حسب ما ذكر كوك باسم دراع (Draa) (Cooke and Warren, 1973, p. 282)، أما النمط الثالث الذي يتكون من كتيب هلالي وآخر ذيلي فقليل الانتشار؛ لأن احتمالات تكوينه ضعيفة.

تتميز الأشكال المعقدة من الكثبان الهلالية بأحجامها الكبيرة، وتعدد قممها وصباياتها، وارتفاعاتها التي تزيد على (٤٠) م، وأبعادها التي تصل إلى حوالى كيلو متر واحد (نبيل إمبابي ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ٨٤)، كما أنها عريضة القرون، وتفتقر إلى الانتظام في شكلها، بحيث تبتعد عن الشكل الهلالي، وربما تتحول إلى الأنواع العريضة إذا التحمت مع كثبان من نفس الشكل أو أشكال أخرى (Breed and Grow, 1979, Chap. J. p. 269)، ويدل هذا على أن الكثبان الهلالية المعقدة تكونت على مدى فترة زمنية طويلة، وأنها في حركتها السنوية لا تنتقل سوى بضعة أمتار، لذا تمثل مرحلة متأخرة جدا من مراحل تكوين الأشكال الرملية، وهي مرحلة الشيخوخة. أما الأشكال الرملية ذات القرون المجذوعة فترتبط بمنسوب المياه العالي الذي قد يصل إلى حضيض الصباب، وهي بهذا تنتشر على طول السواحل الجنوبية الشرقية لشبه جزيرة قطر.

(ب) الكثبان الطولية:

تعرف هذه الأنماط الضخمة في الصحراء الأفريقية باسم «الغرود» وهي مرحلة تالية لنشأة الكثبان الحلزونية (صلاح بحيري، ١٩٧٢، ص ٦٥)، والكثبان الطولية في قطر عبارة عن تجمعات رملية كبرى من أنواع السيف، وتتميز عن الكثبان الهلالية بأن امتدادها يتفق مع اتجاه الرياح السائدة، فكلما كانت الرياح شديدة السرعة، كانت الكثبان السيفية كبيرة، وكانت المسافات التي تفصل بينها عظيمة (McKee, 1979, Chap. E, P. 103)، لذا فإنها أكثر طولاً من الكثبان الهلالية، وأن شكل الكثيب يشوبه التشوه وخاصة في البنية الأصلية على نحو تخرجه من دائرة النمط الهلالي، وذلك بأن يمتد أحد قرنيه أكثر من مثيله نتيجة تقابل تيارات هوائية متصارعة، فتتحول الصورة الهلالية إلى صفوف متوازية تبدو كما لو كانت مندمجة، فتظهر أولى مراحل ميلاد الكثبان الهلالية المركبة التي سبقت الإشارة إليها، فإذا رادت استطالة القرن كانت تلك بداية ظهور حافات كشيية طولية، وقد تعرض باجنولد في دراسته لتطور كثبان السيف عن الأنواع الهلالية البسيطة (Bagnold, 1941, pp. 222-224).

ومع مرور الزمن يظهر للكثبان الطولية عدد من القمم تقع على طول خط يوازي هبوب الرياح السائدة، وأشهرها في شبه جزيرة قطر تلك التي يتراوح ارتفاعها ما بين (١٥-٣٥) م وتوجد منتشرة على بعد (١٠) كم إلى الغرب من مصب الزيت بمسيعيد، وتمتد لمسافة (١٥) كم، وإلى الجنوب من مصب الزيت تظهر سلسلتان من الغرود الرملية، تشكلان العمود الفقري لنقيان قطر، تجاورهما وقد تلتحم معهما كثبان هلالية مشوهة، وتمتد هذه الظاهرة محتضنة الساحل أو قريبة منه لمسافة (٢٢) كم، تتخللها مساحات من روابب السبخات.

ومهما يكن من أمر فإن للكثبان الطولية (الغرود) أنماطاً متباينة منها: المتفرع والمتوازي والمتعرج، وجميعها في حركة دائمة، ولعل هذا يمثل أحد العوامل التي تؤدي إلى التغير المستمر في هيئة الأرض، وتهدد في كثير من الأحيان مناطق الاستقرار والزراعة في الروضات والمنخفضات، وتغطي في أحيان أخرى على الطرق وتطمس معالمها.

(ج) الكثبان العرضية:

توجد هذه الكثبان على هيئة موجات رملية متتالية، تكون عمودية على اتجاه الرياح السائدة، وتعرف أحيانا باسم عكل (Cooke and Warren, 1972, p. 305) وتتكون حيث السطوح التي تتميز بانحدارات خفيفة، والمناطق التي تتوافر فيها كميات من الرمال، أو تلك التي تنتشر فيها الكثبان الهلالية ذات الأحجام الصغيرة (Fryberger, 1979, Chap. F, p. 151)، لأن مثل هذه الأحجام تتحرك بسهولة في اتجاه منصرف الرياح، مما يؤدي إلى التحامها مع بعضها جانبيا، فتبدو وكأنها حافات Ridges (حرفية الانحدار)، ولكنها برخانية الشكل Barchan-oid (McKee, 1979, Chap. E, p. 93).

يتمثل هذا النوع في منطقتين (شكل رقم ١-٩)، الأولى في منطقة سبخة مسيعيد، بينما توجد الثانية في نطاق السبخات على طول الحدود الجنوبية، وخاصة سبخة الخفوس وسبخة سودانيل، وتشير الخريطة إلى أن الكثبان العرضية تتفاوت في طول موجاتها، إذ يبلغ هذا الطول في نهاية النطاق الشرقي لمنطقة سبخة الخفوس إلى حوالي (٥٠٠) م، بينما يتراوح طول الموجة بين (١٠٠-٢٠٠) م غربي سبخة الخفوس (نبيل إمامي ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ٩٣)، ويوحى هذا بأن الكثبان العرضية تتفاوت في عمرها الجيولوجي، بمعنى أن الكثبان ذات الموجات الكبيرة أقدم في عمرها من الكثبان ذات الموجات الصغيرة، وأنها تتميز بثبات قاعدتها، وبحركة الرمال المستمرة على سطوحها، شأنها في ذلك شأن الكثبان الطولية أو الهلالية المعقدة والموجودة فوق سبخة مسيعيد.

(د) الكثبان الميتة (المتحجرة):

وهي نوعان: النوع الأول: ويمثل الأشكال التي تحجرت، وتمتد كبقايا تلال على طول بعض قطاعات الساحل الشرقي (راجع التلال المتحجرة)، أما النوع الثاني: فيمثل الأشكال الثابتة التي لم تصل بعد إلى درجة التحجر، هذه الأشكال اكتسبتها ظروف الموضع سمات خاصة، إذ عملت هذه الظروف على تماسك حبيبات الرمال عند قاعدة الكثيب وتثبيتها، في حين تسعى الرياح إلى إزالة الرمال واكساحها من على السطح وتخفيض الكثيب، ويتنشر مثل هذا النوع في مناطق السبخات وخاصة في البحيرة الشمالية من خور العديد.



الفصل الرابع

مناخ دولة قطر

أولاً: العوامل المؤثرة في مناخ قطر.

ثانياً: دراسة لعناصر المناخ في قطر.

أولاً: العوامل المؤثرة في مناخ قطر:

تتأثر الأحوال المناخية في قطر بمجموعة من الضوابط، تحكم في عناصرها مجتمعة وبدرجات متفاوتة، والتي بدورها تعمل (أعني عناصر المناخ) على خلق أنواع متميزة من الطقس والمناخ، وتفرز خصائص قد تختلف نسبياً عن المناخات الصحراوية من الرطوبة والتباين في درجات الحرارة والأمطار، ومن هذه الضوابط ما يلي:

١- موقع قطر من دوائر العرض:

تحتل قطر منتصف الساحل الشرقي لشبه جزيرة العرب، حيث تبرر كلسان صخري وسط مياه الساحل الجنوبي الغربي للخليج العربي، وتمتد بين خطي عرض (٢٤°١٨'٢٢" - ٢٧°١٤'٣٠") شمالاً، وخطي طول (٥٠°٣٠' - ٥٣°٠٩') شرقاً، ولهذا الموقع دور رئيس في تحديد الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس ومدى اتساعها من ناحية، وفي تحديد طول فترتي الليل والنهار، وعدد ساعات سطوع الشمس على مدى الفصول المختلفة من ناحية ثانية، ويظهر هذا الأثر بوضوح في فصل الصيف، إذ تبلغ مدة ظهور الشمس فوق الأفق في هذه العروض ما بين ١٣ ساعة، ٢١ دقيقة إلى ١٣ ساعة، ٤١ دقيقة، بينما قد تصل إلى ١٠ ساعات، ٤٥ دقيقة في أشهر الشتاء، ولما كانت قطر قريبة من دائرة السرطان (٥°، ٢٣°)، بحيث لا يفصلها عنها سوى درجة عرضية واحدة تقريباً، فإن زاوية سقوط أشعة الشمس عليها في فصل الصيف تكاد تكون قريبة جداً من الوضع العمودي (٩٠°) وقت الزوال، الأمر الذي يضع قطر ضمن المناخ المداري الحار، وسيوضح ذلك عند دراسة الإشعاع الشمسي.

٢- موقع قطر من كتل اليابس والماء:

من خصائص موقع قطر كشبه جزيرة وبرزها وسط مياه الخليج، أنها تتأثر بكتلتين عظيمتين من اليابس، وإلى الغرب منها تمتد الكتلة الجزيرية العربية والكتلة الأفريقية، وإلى الشرق والشمال تمتد كتلة إيران والكتلة الآسيوية ذات الاتساع العظيم، ودولة قطر قياساً بهذه المساحات العظيمة التي تغطيها هاتان الكتلتان تبدو ضئيلة جداً، لذا فإنها تخضع تماماً لمؤثراتهما (يظهر ذلك عند دراسة عناصر



المناخ)، كما أن مساحة الخليج العربي صغيرة بالقدر الذي يبدو أنها لا تؤثر تأثيراً محسوساً في درجات الحرارة، إذ قد تتساوى تقريباً درجات الحرارة في معظم المناطق المطلة على مياه الخليج العربي، كما أن الفروق الحرارية بين مختلف أنحاء قطر تكاد تنعدم نسبياً.

يبدو أن أثر الخليج العربي يظهر بوضوح في نسبة الرطوبة، فنجد أن الرطوبة النسبية في محطة العريش الواقعة في الطرف الشمالي الغربي لشبه جزيرة قطر تبلغ (٦٩٪) كمعدل سنوي، في حين أنها لا تزيد على (٥٨٪) في موقع رصد العطورية الواقع في وسط قطر، وعليه فإن قطر بحكم ضعف المؤثرات البحرية يسودها نسبياً نظام قاري، اللهم إلا في أوقات محدودة، عندما تندفع الكتل الهوائية المدارية الرطبة Tropical Mist Air Masses من المحيط الهندي وبحر العرب باتجاه المنخفضات الجوية التي تتعرض لها قطر، وهي مؤثرات مدارية تعمل على ارتفاع درجات الحرارة وزيادة نسب الرطوبة في الجو، ورغم عظم المساحة التي تفصل قطر عن البحر المتوسط والمحيط الأطلسي، فإنها تخضع لمؤثراتهما البحرية، إذ تسيطر على قطر أثناء أشهر الشتاء المنخفضات الجوية ذات المصدر الأطلسي والمتجددة فوق المتوسط، فتجلب معها مسيبتات الأمطار الشتوية الإعصارية التي تسقط على أنحاء متفرقة من شبه جزيرة قطر، بينما تنعدم آثارها ويسود الجفاف شبه الجزيرة بقية شهور السنة.

٣- التضاريس:

تبين من دراسة طبوغرافية قطر أن السطح فيها يتألف في معظمه من هضبة مستوية، تتخللها بعض التلال والقمم Peaks التي لا يزيد معدل ارتفاعها في الغالب على (٥٠) متراً، يستثنى من ذلك بعض أجزاء القسم الغربي والجنوبي الغربي، حيث يتراوح المنسوب بين (-٥) متراً في سبخة دخان، (١٠٣) متراً في طوير الحمير، ولهذا التفاوت في الارتفاع آثاره البسيطة في انخفاض درجات الحرارة، فموقع رصد العطورية الذي يرتفع (٣٤) متراً عن سطح البحر تبلغ معدلاته الحرارية (٢٦,٥) م، بينما تبلغ في الدوحة التي ترتفع (١١) متراً عن سطح البحر (٢٦,٧) م.

والى جانب ذلك فقد يكون للارتفاع أثره في توزيع الأمطار وكمياتها في قطر، فموقع رصد روضة الفرس الذي يتفق مع خط عرض ٢٥°٤٩ ويرتفع (١٤) مترا عن سطح البحر، يستقبل من الأمطار ما معدله السنوي (٩٦,٢) مم، في حين يسقط على الرويس التي تقع إلى الشمال من روضة الفرس وعلى ارتفاع (٤,٥) مترا حوالي (٧٧,٦) مم، ولا يعني هذا أن تغدو بالنسبة لشبه جزيرة قطر قاعدة عامة؛ لأن انخفاض درجات الحرارة أو ارتفاعها، وتفاوت كميات الأمطار في مواقع الرصد المختلفة يرجع - بالإضافة - إلى تأثير الياوس والماء، إلى طبيعة الأمطار الإعصارية العشوائية، ومسار المنخفضات الجوية، وإمكانية نشاط تيارات الحمل الصاعدة التي تسبب أمطارا انقلاوية Convectional Rain Falls في بعض مناطق قطر.

٤- الكتل الهوائية؛

تخضع قطر ومنطقة الخليج العربي لكتلة هوائية عظيمة الاتساع، تتمركز فوق القارة الآسيوية في فصل الصيف، إذ تتميز هذه الكتلة بالارتفاع الشديد في درجات الحرارة، فتهب على قطر رياح شمالية جافة، خالية من الأمطار، بينما تصبح قطر ومنطقة الخليج في فصل الشتاء ملتقى مجموعة من الكتل الهوائية والانخفاضات الجوية تأتيها من مناطق نشأتها فوق المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق وممر كركسون، ويتجدد نشاطها فوق مياه البحر المتوسط، ثم تستمر بالاتجاه شرقا مسخرقة جنوب الأردن فالعراق حتى رأس الخليج العربي الذي يتفق مع خط عرض ٣٠° شمالا فتجذبها مناطق الضغط المنخفض المتمركزة فوق الجزء الجنوبي من الخليج العربي، وأكثر من ذلك فإن المنخفضات الجوية والكتل الهوائية لا تقتصر في وصولها على هذه المنطقة، بل تتعداها باتجاه الشرق حتى الباكستان، ويعظم أثر الكتل الهوائية والمنخفضات الإعصارية إذا اتحدت مع تلك القادمة من السودان عبر شبه الجزيرة العربية، وتتحرك المنخفضات الجوية والكتل الهوائية بصفة عامة من الغرب إلى الشرق؛ لأنها ذات علاقة بالغريبات Westerlies، بعكس الأعاصير المدارية Tropical Cyclones التي تتحرك من الشرق إلى الغرب مع التجاريات The Trades التي تسود تلك العروض.



ونظرا لأن هذه المنخفضات تمتد على محور طولي، تغطي منطقة الخليج العربي من دلتا نهر الفرات حتى الجزء الجنوبي منه، فإن الرياح بالتالي تندفع نحو هذا المنخفض من جميع الاتجاهات وتدور حول مركزه بتأثير من حركة الأرض الدورانية حول نفسها Coriolis Force وتكون حركة الرياح بعكس اتجاه عقارب الساعة (لموقع قطر في النصف الشمالي) حسب قانون فرل Ferrel's Law، وتتميز الرياح بقوتها، إلا أن ذلك يتوقف على شدة انحدار الضغط Pressure Gradient أحيانا، كما أن المنطقة تتأبها فترات تضطرب في أثنائها الأحوال الجوية.

ولهذا تتعرض قطر لهبوب رياح شمالية وشمالية غربية تتميز بالبرودة النسبية؛ لأنها قادمة من جهات أبرد، ولرياح جنوبية وجنوبية شرقية دفيئة قادمة من مناطق أكثر دفئا، وهنا تتشكل فوق المنطقة نتيجة لذلك خطوط جبهوية Fronts تلتقي عندها كتلتان هوائيتان، إحداهما دافئة، وهي مدارية قارية (cT) أو مدارية بحرية (mT)، والأخرى باردة وهي قطبية قارية (cP) أو قطبية بحرية (mP)، وأثناء الالتحام تحاول الكتلة الهوائية الدفيئة الاندفاع فوق الكتلة الهوائية القطبية القارية الباردة، مما ينتج عنها سقوط أمطار غزيرة فوق المنطقة، ولهذا يمكن القول بأن مناخ قطر شتاء ما هو إلا معدل الأحوال الجوية التي تنجم عن وجود كتلتين هوائيتين تختلفان في خصائصهما وصفاتهما المكتسبة، وما يصحب وجودهما من آثار.

٥- التيارات البحرية:

للتيارات البحرية آثار مناخية غاية في الأهمية تختلف باختلاف طبيعتها، فهي إما أن تكون دفيئة فتعمل على تدفئة السواحل التي تمر بها، وإما أن تكون باردة فتؤدي إلى خفض درجات الحرارة، والتيارات البحرية التي تسود الخليج العربي وتمر بسواحل قطر لم يتوافر عنها إلا القليل من المعلومات، ومع ذلك يمكن القول بأنها ترتبط ارتباطا وثيقا بتيارات المحيط الهندي وبحر العرب، وبالرياح السائدة في الخليج العربي، كما أن لها علاقة بتيارات المد Tidal Streams.

تنشأ التيارات البحرية في الخليج العربي نتيجة عدة عوامل منها: الرياح السائدة التي تعتبر في الواقع من أهمها على الإطلاق، على أن هناك عوامل أخرى تؤدي إلى تغيير اتجاهات التيارات البحرية في الخليج نذكر منها: أثر دوران

الأرض التي تعمل على انحراف التيارات البحرية إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، والعكس في النصف الجنوبي، واعتراض كتل اليابس لها يعمل على تحويلها إلى تيارات ساحلية Littoral Currents، (Wilson, p. 11)، ولهذا تختلف تيارات البحار شبه المغلقة عن نظام التيارات البحرية في المحيطات والبحار المفتوحة.

في فصل الصيف الشمالي، خاصة بين مايو وسبتمبر، تعمل الرياح الموسمية Monsoon الجنوبية والجنوبية الغربية في المحيط الهندي على دفع المياه السطحية عبر خليج عمان فمضيق هرمز إلى الخليج العربي، حيث يرتفع مستوى المياه في الخليج على إثر ذلك بمقدار قدم واحد، وتزداد سرعة التيارات البحرية المندفعة صوب الخليج على ستة أميال/ اليوم (٩,٦٥٤ كم/ اليوم)، ويرجع ذلك إلى تزايد عمليات البخر في مياه الخليج العربي (Wilson, p. 11).

ويظهر أثر التيارات البحرية بوضوح على السواحل الغربية للخليج العربي، إذ تعمل - إضافة إلى الموقع الفلكي وتعادم الشمس - على زيادة درجات الحرارة على طول السواحل التي تمر بها؛ لأنها آتية من الجنوب، فمدينة الدوحة الواقعة في منتصف الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، تبلغ درجة حرارتها الشهرية (شتاء) (١٨) مئوية، بينما تتراوح ما بين (٣١-٣٥) مئوية (صيفاً)، وبالمقابل فإن درجة حرارة أشهر الشتاء في موقع رصد «أبو سمرة» الواقع عند الطرف الجنوبي الغربي لقطر تبلغ حوالي (١٧) مئوية، بينما تتراوح في أشهر الصيف بين (٣٠-٣٣) مئوية.

أما أثر التيارات البحرية القادمة من الجنوب على الرطوبة النسبية، فإنها تعمل على زيادتها زيادة طفيفة على طول السواحل الشرقية لقطر، ويظهر ذلك من مقارنة متوسط الرطوبة النسبية لمدينة الدوحة التي تبلغ (٥٩,١٪) مع متوسط الرطوبة النسبية لموقع رصد العظورية الواقع في الداخل والذي لا يزيد على (٥٨٪)، أما أثرها على الأمطار فيكاد يكون معدوماً؛ لأن الأمطار في قطر والخليج العربي ذات علاقة قوية بوصول المنخفضات الجوية الإعصارية من مناطق نشأتها أثناء فصل الشتاء.

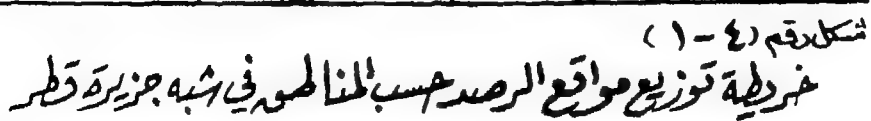
وفي فصل الشتاء، وبالتحديد من بداية أكتوبر، يتغير اتجاه التيارات البحرية تغييراً تاماً؛ إذ تعمل الرياح الشمالية والشمالية الغربية السائدة على دفع المياه



السطحية باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي، وتتميز هذه التيارات ببرودتها النسبية؛ لأنها قادمة من مناطق أبرد، فتعمل على تلطيف الجو وتخفيض درجات الحرارة على طول السواحل القطرية التي تمر بها، كما أنها تتسبب في تكوين الضباب والشبورة Mist التي تعتبر من الظواهر المناخية السائدة في تلك العروض أثناء الشتاء، وغالبا ما يكون الضباب كثيفا لدرجة قد يحجب الرؤيا لمسافات، ويتسبب في كثير من الحوادث المرورية، ومهما يكن من أمر فإن التيارات البحرية داخل حوض الخليج العربي ليس لها آثار مباشرة على عناصر المناخ؛ لأن الخليج العربي يتميز -كما ذكرنا- بمساحة صغيرة، وهو عامل قد يحد من أثر التيارات البحرية فيه.

ثانياً: عناصر المناخ؛

حظيت التقلبات المناخية في الآونة الأخيرة باهتمام كبير من المسؤولين في دولة قطر، تمثيا مع ما توليه منظمة الأرصاد العالمية، ومؤسسات الأمم المتحدة، والمؤسسات العلمية الحكومية والخاصة، فنشرت العديد من مواقع الرصد (خريطة رقم ٤-١) وزودتها بأدوات قياس حديثة ومتعددة، واهتمت بقياس مختلف عناصر المناخ من إشعاع شمسي وعدد ساعات سطوع الشمس ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر وكميات الهطول، وضممت نشراتها العديد من الرسوم البيانية، وتشرف على جميع هذه المواقع إدارة البحوث الزراعية والمائية التابعة لوزارة الشؤون البلدية والزراعة، باستثناء موقع رصد مطار الدوحة الدولي فتشرف عليه إدارة الأرصاد الجوية التابعة لوزارة المواصلات والنقل، وقد تبين أثناء استعراض البيانات المطلوبة وجمعها وتبويبها أن هناك خمسة مواقع رصد رئيسة، انفردت بتسجيل جميع عناصر المناخ، وكان لعنصر الأمطار حظ أوفر من الاهتمام، حيث يغطي دولة قطر (٣٠) موقعا للرصد موزعة على النحو التالي:



غيرلية توزيع مواقع الرصد حسب المناظر في شبه جزيرة قطر

جدول رقم (٤-١)

أهم مواقع رصد عناصر المناخ في قطر

٢	موقع الرصد	عناصر الرصد	عدد السنوات	٢	موقع الرصد	عناصر الرصد	عدد السنوات
١	الرويس	مطول	٢١	١٦	وادي الواسعة	مطول	١٩
٢	روضة الفرس*	جميع العناصر	٢١	١٧	أم سيكة	مطول	٢١
٣	الصفيريات	مطول	١٩	١٨	العطورية	جميع العناصر	١٣
٤	النصرانية	مطول	٢١	١٩	الماجدة	مطول	٢١
٥	أم باب	مطول	٢١	٢٠	أم الشخوط	مطول	١٩
٦	ميل ٣٢	مطول	٢٠	٢١	دخان	مطول	٢١
٧	دكا	مطول	١٩	٢٢	أم الأفاعي	مطول	١٩
٨	الخميلية	مطول	١٦	٢٣	أم المواقع	مطول	١٩
٩	مسيعيد	جميع العناصر	٢٠	٢٤	السيلية	مطول	٢١
١٠	الكرعانة	مطول	٢١	٢٥	الوكير	مطول	١٩
١١	الخرارة	مطول	٢١	٢٦	روضة هرمه	مطول	٨
١٢	العامرة	مطول	٢٠	٢٧	وادي العريق	مطول	٨
١٣	ترينا	مطول	٢١	٢٨	منتزه الدوحة	مطول	٨
١٤	أبو سمرة	جميع العناصر	١٧	٢٩	مطار الدوحة	جميع العناصر	٣٣
١٥	سودانثيل	مطول	١٤	٣٠	الخور	مطول	٨

* روضة الفرس بديل مزرعة الحكومة.

وقد استعنا بالسجلات المناخية لحوالي (٢٦) موقعا للرصد بينها الخمسة الرئيسة المتمثلة في مواقع رصد: الدوحة - روض الفرس - العطورية - أبو سمرة - مسيعيد، واستثنينا: روضة هرمه - وادي العريق - منتزه الدوحة - الخور لعدم تليبيتها للغرض، وفيما يلي دراسة تحليلية لأهم عناصر المناخ:

١- الإشعاع الشمسي وحرارة الهواء:

(أ) الإشعاع الشمسي:

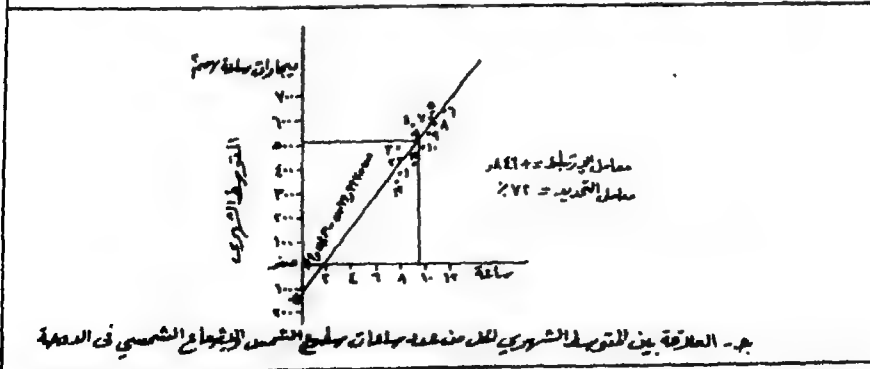
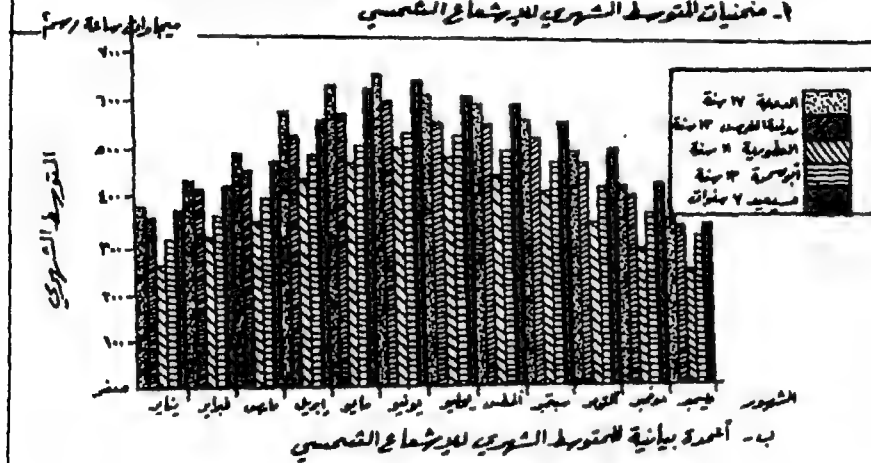
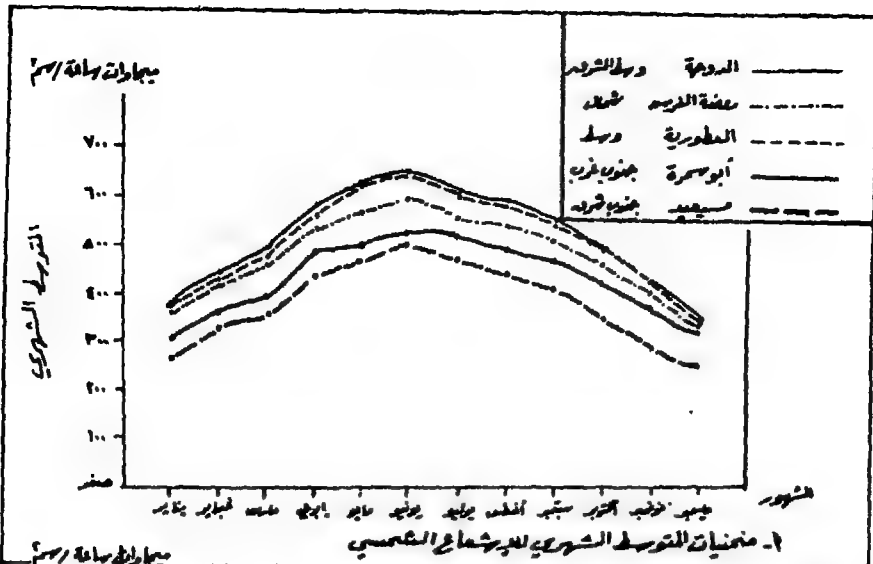
تعتبر الشمس المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي، وتسمى الأشعة الصادرة منها والمتجهة نحو سطح الأرض بالإشعاع الشمسي Solar Insolation،

فيما يطلق على الذي يرتد من سطح الأرض بالإشعاع الأرضي Terrestrial Radiation، ويبدو أن الإشعاع الأرضي هو الذي يقوم بتسخين الهواء الجوي من أسفل إلى أعلى (Barry and Chorley, 1971, pp. 26-29) مستعينا في ذلك بالغازات الثقيلة مثل ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وكذلك الأتربة العالقة بالجو، ونظرا لموقع قطر في العروض المدارية، فإنها تستقبل من الإشعاع الشمسي ما نسبته (٤, ٥٨٪) في الفترة بين أبريل ونهاية سبتمبر، وتتوقف هذه الكمية على ظروف الجو وحالته، ومدى تلبده بالغيوم، وعدد ساعات سطوع الشمس، وزاوية ميل الأشعة الساقطة على سطح قطر.

ومن المنحنيات البيانية (شكل رقم ٤-٢) نلاحظ التالي:

- ١- يبلغ المعدل السنوي للإشعاع الشمسي (٤٥٨, ٥) ميغاواط ساعة/سم^٢.
- ٢- يتضح أن أقصى كمية من الإشعاع الشمسي في جميع مواقع الرصد تتمثل في شهر يونيو عندما تسقط أشعة الشمس بزاوية عمودية على مدار السرطان في ٢١ يونيو (الانقلاب الصيفي)، بينما تبلغ أدناها في ديسمبر (الانقلاب الشتوي) حيث تكون الشمس عمودية على مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي.
- ٣- يلاحظ أن موقع رصد الدوحة سجل أقصى كمية من الإشعاع الشمسي في يونيو بلغت (٦٤٧, ٥) ميغاواط ساعة/سم^٢، في حين سجل موقع رصد العظورية أدنى كمية في ديسمبر بلغت (٢٤٠) ميغاواط ساعة/سم^٢.
- ٤- يبدو أن سطح الأرض في قطر يكتسب أكبر كمية من الإشعاع الشمسي خلال الفترة الممتدة من نهاية إبريل حتى نهاية سبتمبر (فترة الصيف) حيث تبلغ النسب حسب ترتيب مواقع الرصد في الشكل في حدود: (٤, ٥٨٪)، (٥, ٥٧٪)، (٩, ٥٩٪)، (٨, ٥٧٪)، (٤, ٥٨٪) على التوالي، في حين تتقاسم بقية الأشهر النسب الباقية التي تتراوح بين (١٩٪-٢٢٪).
- ٥- تتفاوت المعدلات السنوية في كمية الإشعاع الشمسي من سنة إلى أخرى تفاوتها من شهر إلى آخر ضمن موقع الرصد الواحد والجدول التالي يوضح ذلك:





شكل رقم (٤-٢) خصائص التوسط الشهري للدرجات الشمسية وعلاقتها بمواقع رصد مختلفة

جدول رقم (٤-٢)

بعض الخصائص التي تنفرد بها مواقع رصد الإشعاع الشمسي

موقع الرصد البيان	الدوحة	روضة الفرس	العطورية	أبوسمرة	مسيعد
أكثر السنوات كمية الإشعاع	١٩٧٦ ٥٤٧,٨	١٩٨٩ ٤٩٢,١	١٩٨٤ ٣٩٢	١٩٩٠ ٥٠٠,٧	١٩٩٠ ٥٣١,٧
أقل السنوات كمية الإشعاع	١٩٩١ ٤٢٣	١٩٩١ ٣٨٥,٧	١٩٩١ ٣٢٩,٩	١٩٩١ ٣٨٥,٨	١٩٨٤ ٤٦٥,٣
أكثر السنوات كمية الإشعاع	يونيو ١٩٧٦ ٧٣٥,٤	يونيو ١٩٨١ ٦٤٧,٥	يونيو ١٩٨٨ ٥٧٨	يوليو ١٩٨٠ ٦٧٤	يونيو ١٩٨٦ ٦٦٥,٣
أقل السنوات كمية الإشعاع	ديسمبر ١٩٩٢ ٢٨٣,٧	يناير ١٩٨١ ٢٩١,٢	ديسمبر ١٩٩٢ ٢١٢,٢	ديسمبر ١٩٩٢ ٢١٨,٩	ديسمبر ١٩٨٤ ٢٨٧,٩

ومنه يتبين أن جميع مواقع الرصد باستثناء مسيعد تتفق في أن عام ١٩٩١ م كان أقل السنوات في كمية الإشعاع رغم تفاوت قيمها بين موقع رصد وآخر، وأن شهري يونيو وديسمبر بغض النظر عن سنة الرصد من أكثرها وأقلها استقبالا للإشعاع الشمسي على التوالي.

٦- ومن (شكل رقم ٤-١٢) يتضح أن موقع رصد الدوحة سجل أكبر المتوسطات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي، يماثلها في ذلك موقع رصد مسيعد، في حين سجل موقع رصد العطورية أقلها على الإطلاق، ونلاحظ أن كمية الإشعاع الشمسي تعظم على الساحل الشرقي (الدوحة)، وتقل على الساحل الغربي (أبو سمرة) وفي الوسط (العطورية، وروضة الفرس)، وتفسير ذلك يكمن في أن مواقع رصد أبو سمرة والعطورية وروضة الفرس ترتفع فيها نسبة الرطوبة، وتشكل فوقها سحب كثيفة نسبياً، ويتواجد فيها غطاء نباتي، وتعرض جميعها وخاصة أبو سمرة لهبوب الرياح الغربية والشمالية الغربية، مما يقلل من شدة الإشعاع.

٧- من (شكل رقم ٤-١٢) يتبين أن المتوسط الشهري لكمية الإشعاع الشمسي يتدرج في الارتفاع من شهر يناير حتى يظهر على شكل قمة واضحة في شهر يونيو، ثم يأخذ في التناقص إلى أن يبلغ أدناه مرة أخرى في شهر ديسمبر، ولما كان الإشعاع الشمسي يتوقف على عدد ساعات سطوع الشمس في أي موقع رصد، فإن قمة الإشعاع الشمسي تبلغ أوجها عند الزوال، أما الإشعاع الأرضي فإنه يحدث طول النهار والليل، ولا يرتبط بعدد ساعات سطوع الشمس، فضلا عن أن له قمة عند الساعة الخامسة ظهرا، وقاعا عند الساعة الخامسة من صباح اليوم التالي وقبل شروق الشمس، هذا التحليل يقودنا إلى التأكيد على وجود علاقة طردية (موجبة) بين عدد ساعات سطوع الشمس كمتغير مستقل (x)، والمتوسط الشهري لكمية الإشعاع الشمسي كمتغير تابع (y) لموقع رصد الدوحة (شكل رقم ٤-٢ج)، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما $(+0.846)$ ، بمعامل تحديد يساوي $(.72\%)$ أي أن $(.72\%)$ من الاختلافات في كمية الإشعاع الشمسي ترجع إلى الاختلافات في عدد ساعات سطوع الشمس، وأن $(.28\%)$ تمثلها عوامل أخرى منها مدى صفاء الجو، وزاوية الميل، ونسبة الرطوبة.

ويلاحظ من الرسم الممثل لخط الانحدار أن بعض القيم تقترب من الخط الأمثل منها قيم: فبراير، مايو، يونيو، يوليو، وسبتمبر، في حين تتباعد قيم بقية الأشهر عن خط الانحدار، كما يشير الشكل إلى أن القيم التي تزيد على المتوسط العام تقع على يسار خط الانحدار وتبدو موجبة منها قيم مارس، في حين أن القيم التي تقل عن المتوسط العام تقع على يمين خط الانحدار، وتظهر سالبة مقارنة مع القيم المتوقعة.

طول النهار والليل وعدد ساعات سطوع الشمس:

لا بد قبل أن نسترسل من التمييز بين مفهومي طول النهار، وعدد ساعات سطوع الشمس، فطول النهار يمثل الفترة التي تقع بين شروق الشمس وغروبها، أما عدد ساعات سطوع الشمس: فهي الفترة التي تظهر فيها الشمس ساطعة دون أن تحجبها السحب أو بعض مظاهر التكاثف الأخرى كالضباب مثلاً، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٣)

متوسط طولي النهار والليل (بالدقائق والساعات)

الشهر													البيان
يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر		
١٠,٣٥	١١,٠٠	١١,٣٩	١٢,٢٤	١٣,٠٧	١٣,٣٧	١٣,٤٢	١٣,١٩	١٢,٣٩	١١,٥٥	١١,١٢	١٠,٤٠	طول النهار	أول الشهر
١٠,٤	١١,١٢	١١,٤١	١٢,٣٧	١٣,١٧	١٣,٤٢	١٣,٣٨	١٣,٠٩	١٢,٢٧	١١,٤٣	١١,٠١	١٠,٣٥	طول النهار	١٠ منه
١٠,٤٧	١١,٢٥	١٢,٠٧	١٢,٥٢	١٣,٢٧	١٣,٤٣	١٣,٣١	١٢,٥٦	١٢,١٢	١١,٢٩	١٠,٥٠	١٠,٣٤	طول النهار	٢٠ منه
١٠,٥٨	١١,٣٧	١٢,٢١	١٣,٠٥	١٣,٣٦	١٣,٤٢	١٣,٢١	١٢,٤١	١١,٥٧	١١,١٤	١٠,٤٢	١٠,٣٤	طول النهار	٣٠ منه
١٣,١٥	١٢,٤١	١١,٤٣	١١,٠٥	١٠,٣٨	١٠,١٩	١٠,٢٧	١٠,٣٩	١١,٥١	١٢,٢٥	١٢,٤٤	١٣,٢٤	المتوسط العام	النهار
١٣,١٥	١٢,٤١	١١,٤٣	١١,٠٥	١٠,٣٨	١٠,١٩	١٠,٢٧	١٠,٣٩	١١,٥١	١٢,٢٥	١٢,٤٤	١٣,٢٤	المتوسط العام	الليل

أوضحنا فيما سبق أن دولة قطر تقع ضمن مناخات المناطق المدارية الحارة، وتمتد فلكيا بين الجنوب والشمال (حسب دوائر العرض) لحوالي درجتين ونصف شمالا، وتقع حدودها الجنوبية على بُعد (٧, ٠) درجة شمال مدار السرطان، ورغم هذا الامتداد العرضي البسيط، فإن طول كل من النهار والليل يختلف باختلاف الموقع من دوائر العرض، وباختلاف فصول السنة، (والجدول رقم ٤-٢) يبين طول كل من النهار والليل، والذي قد ينسحب على جميع مدن قطر وقراها لعدم توافر بيانات في مواقع الرصد الأخرى، ومنه نستخلص الخصائص التالية:

١- يتبين من البيانات المتوافرة لدينا أن طول النهار يبلغ (١٣) ساعة و (٤٤) دقيقة، وطول الليل (١٠) ساعات و (١٦) دقيقة.

٢- يلاحظ أن أقصر نهار يبلغ (١٠) ساعات و (٣٣) دقيقة بينما يمتد الليل لحوالي (١٣) ساعة و (٢٧) دقيقة.

٣- من (شكل رقم ٤-١٣) نرى بأن متوسط طول النهار يتزايد ابتداء من أواخر ديسمبر (الانقلاب الشتوي) حتى يبلغ أقصاه في أواخر يونيو (الانقلاب الصيفي)، والعكس صحيح بالنسبة لمتوسط طول الليل.

٤- يشير الرسم البياني إلى أن متوسط طولي النهار والليل يتساويان تقريبا في فترة الاعتدالين، وعلى النقيض من ذلك في فترة الانقلابين.

أما بالنسبة لعدد ساعات سطوع الشمس فيبدو أنها أقل في قيمها من متوسط طولي النهار والليل، وقد توفرت لدينا بيانات عن عدد ساعات سطوع الشمس Sunshine لخمس مواقع رصد تعالجها الأعمدة البيانية (رقم ٤-٣ب) والتي نخلص منها إلى:

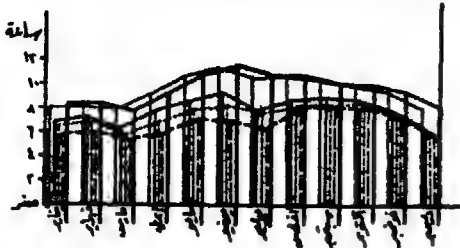
١- ينحصر أعلى متوسط شهري لعدد ساعات سطوع الشمس في: مطار الدوحة الدولي للفترة بين (١٩٧٥-١٩٩٢) ومسيعيد للفترة بين (١٩٨٤-١٩٩٠)، وبقية المواقع للفترة بين (١٩٨٣-١٩٩٢) في شهري يونيو لكل من الدوحة (١١,٤٠) ساعة، روضة الفرس (٩,٣) ساعة، ومسيعيد (١١,٤) ساعة، وأكتوبر لكل من العظورية (٨,٤) ساعة وأبو سمرة (٨,٢) ساعة.

٢- يلاحظ من (شكل رقم ٤-٣ب) أن أدنى المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس يتمثل في موقع رصد أبو سمرة، بينما يتمثل أقصاها في موقعي رصد الدوحة ومسيعيد، ويعني هذا أن الساحل الشرقي يتمتع بصفاء الجو وشفافيته، في حين يسود الساحل الغربي إلى الجنوب من دخان جو ملوث بالأتربة والغبار المنقولة من الربع الخالي، مما يؤدي إلى حجب الشمس وبالتالي قلة عدد ساعات سطوعها.

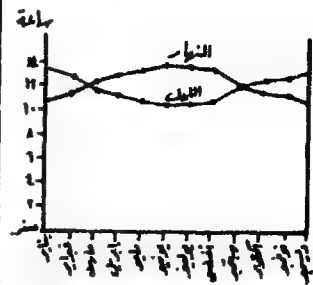
٣- من الواضح أن المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس في وسط قطر ممثلة بموقعي رصد روضة الفرس والعظورية متقاربة، وخاصة في الفترة ما بين أكتوبر وديسمبر، يتفق معهما موقع رصد أبو سمرة، في حين يتسع الفرق بين قيم المتوسطات بشكل واضح في الفترة ما بين مارس ويوليو.

٤- من واقع توزيع المتوسطات اليومية لعدد ساعات سطوع الشمس على مدى فترة التسجيل المجدولة على النحو التالي:

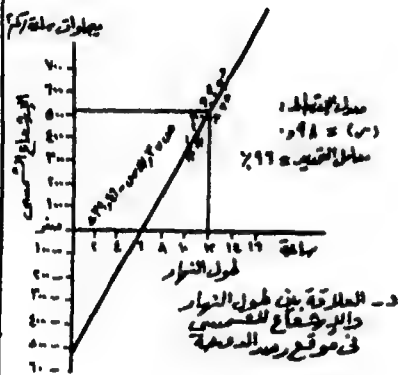
الدولة	منطقة الزرع	الخطوط	الارتفاع	السمت
١٨ سنة	١٠ سنوات	١٠ سنوات	١٠ سنوات	٧ سنوات



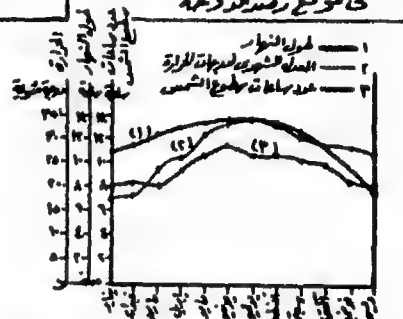
ب- المتوسط الشهري لعدد ساعات سطوع الشمس



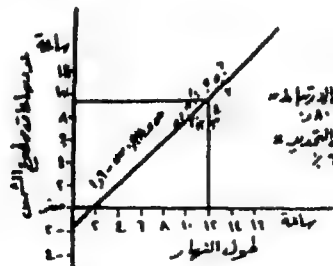
ج- العلاقة بين طول النهار والليل في مواقع رصد الدوحة



د- العلاقة بين طول النهار والارتفاع في مواقع رصد الدوحة



هـ- مقارنة بين طول النهار وعدد الساعات الشهرية وعدد ساعات سطوع الشمس في مواقع رصد الدوحة



و- العلاقة بين طول النهار وعدد ساعات سطوع الشمس في مواقع رصد الدوحة

شكل رقم (٤-٣) خصائص متوسط طول النهار والليل وعدد ساعات سطوع الشمس في مواقع رصد مختارة

جدول رقم (٤-٤)

أعلى وأدنى متوسط يومي لعدد ساعات سطوع الشمس

الموقع	البيان	أعلى متوسط يومي	الشهر والسنة	أدنى متوسط يومي	الشهر والسنة
الدوحة		١٢,٣	يونيو ١٩٧٦	٥,٨	ديسمبر ١٩٩٢
روضة القرس		١٠,٩	١٩٩٠, ٨٨	٥,٣	ديسمبر ١٩٩٢
الخطورية		٩,٧	يونيو ١٩٨٦	٤,٥	يناير ١٩٩٢
أبو سمرة		١٠,١	أغسطس ١٩٨٨	٢,٦	يناير ١٩٩٢, ٩١
مسيعيد		١٢,٠	يونيو ١٩٨٨	٦,٤	مارس ١٩٨٩

يتبين أن أعلى متوسط يومي في الدوحة بلغ في يونيو من عام ١٩٧٦ حوالي (١٢,٣) ساعة، وبلغ أدناه في ديسمبر من عام ١٩٩٢، وتؤكد هذه القيم على ما ذكرناه في البند رقم (٢) من أن الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر (تمثل في موقعي رصد الدوحة ومسيعيد) يتعرض لعدد أكثر من ساعات سطوع الشمس منه على الساحل الغربي (تمثل في موقع رصد أبو سمرة).

٥- يتضح أن أعلى المتوسطات السنوية لعدد ساعات سطوع الشمس يتركز في موقع رصد الدوحة، حيث بلغ في عام ١٩٩٠ حوالي (٩,٩) ساعة متفوقا في ذلك على المعدل السنوي العام لفترة التسجيل في حدود (٠,٥) ساعة، وتقودنا هذه المفاضلة إلى الإشارة إلى أن المعدلات السنوية للفترة (١٩٨١-١٩٩٠) باستثناء عام (١٩٨٢) تزيد على المعدل العام لعدد ساعات سطوع الشمس في الدوحة ما بين (١,٥-٠,٥) ساعة، وهذا يعني أن المتوسطات اليومية لعدد ساعات سطوع الشمس في هذه الفترة تفوق مثيلاتها في مواقع الرصد الأخرى.

ولعلنا من خلال عقد مقارنة وإيجاد علاقة بين طول النهار وكل من عدد ساعات سطوع الشمس ومعدلات الحرارة الشهرية نخلص إلى التالي:

١- تشير المنحنيات (شكل رقم ٤-٣ج) إلى تزايد القيم رغم تباينها كلما اقتربت أشهر الصيف، وإلى تناقصها بحلول أشهر الشتاء، مع ملاحظة أن متوسطات

درجات الحرارة وعدد ساعات سطوع الشمس ترتفع بشكل حاد في نهاية شهري فبراير ومارس على التوالي، مع تدرج متصاعد رتيب لمنحنى طول النهار حتى شهر أغسطس، يتقوس بعده خط المنحنى بشكل مفاجئ مشيراً إلى تناقص طول النهار مع إشراقة الاعتدال الخريفي.

٢- يبدو أن العلاقة الدالية بين طول النهار (متغير مستقل X)، وكمية الإشعاع الشمسي (متغير تابع Y) علاقة موجبة (شكل رقم ٤-٥٣)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط بينهما $(+0.980)$ ، بمعامل تحديد يبلغ حوالي (96%) ، بمعنى أن (4%) من الاختلافات تعود إلى عوامل سبق أن أوضحناها، وأن العديد من القيم - بسبب قوة العلاقة - يمر خط الانحدار لصيقاً لها أو أنها تقع عليه، بينما تتناثر بقيتها على جانبيه.

٣- رغم أن العلاقة بين متوسط طول النهار (X) ومتوسط عدد ساعات سطوع الشمس (Y) كمثيلتها السابقة موجبة (طردية) إلا أنها أقل قوة منها (شكل رقم ٤-٥٣هـ)، فقد بلغت قيمتها $(+0.800)$ ، بمعامل تحديد يبلغ (64%) ، أي أن (36%) من الاختلافات في عدد ساعات سطوع الشمس ترجع إلى عوامل تتمثل في السحب والضباب والغبار والأتربة العالقة في الجو، كما أن توزيع القيم على طول خط الانحدار وحول المتوسط غير متناسق، وأن الخط يمر به ثلاث قيم فقط.

(ب) حرارة الهواء:

حظيت التقلبات المناخية في الآونة الأخيرة بمزيد من الاهتمام، بهدف الوقوف على أسباب هذه التقلبات وتقدير آثارها على المدى القريب أو البعيد على الحياة، وقد ساعد على ذلك أمران: أولهما: انتشار أجهزة القياس الحديثة، والجنوح نحو الاهتمام بقياس مختلف عناصر المناخ من إشعاع شمسي وعدد ساعات سطوع الشمس، وطول الليل والنهار، ودرجات الحرارة، والضغط الجوي والرياح، والسحب، والعواصف الرعدية والتبخر، والرطوبة النسبية، وضغط بخار الماء، ومظاهر التكاثف، وثانيهما: ازدياد تأثير الإنسان على المناخ بعناصره المختلفة.



ونظرا لاختلاف وتفاوت كميات الإشعاع الشمسي من مكان إلى آخر، وتباين العوامل المؤثرة فيها، تباينت اتجاهات الحرارة سواء أكانت بالتزايد أم بالتناقص، وسواء على المستوى المحلي أو الإقليمي أو العالمي، فالمناطق المدارية أو شبه المدارية كالجزيرة العربية وحوض الخليج العربي، تعتبر مناطق هامشية، لذا فمن غير المعقول أن أقارن معدلات الزيادة أو النقصان في درجات الحرارة فيها مع مناطق أخرى قطبية، أو دون القطبية؛ لأن الاختلافات المحلية أو الإقليمية في اتجاهات الحرارة من الأهمية لدرجة أنها طغت على الاتجاهات العامة، فطمست معالمها.

فتزايد درجات الحرارة في مكان ما ربما يقابله تناقص في معدلاتها في مكان آخر، ويحدث هذا في منطقة محدودة المساحة كقطر مثلا، وقد تلغي هذه الاتجاهات بعضها البعض الآخر، ورغم ذلك سنحاول دراسة الاتجاهات الحديثة للحرارة في دولة قطر من خلال ما توفر لدينا من قراءات وتسجيلات لدرجات الحرارة على مدى (٣٢) عاما وخاصة في الدوحة.

والهدف من هذه الدراسة تحديد الاتجاهات الحرارية الحديثة في قطر من بداية السجل الحراري، فمن الملاحظ أن الاهتمام انصبّ على الأمطار بدليل انتشار مرصد القياس والتسجيل في مختلف أنحاء دولة قطر، في حين اقتصرَت التسجيلات الحرارية على ستة مواقع للرصد فقط (راجع خريطة ٤-١)، ويعزى هذا التوجه إلى أن للأمطار وخاصة في مناطق مدارية كقطر أهمية قصوى وحيوية في حياة الإنسان، والحياة النباتية، والزراعة.

في حين لا يظهر تأثير الحرارة إلا في حالتين: حالة النهاية العظمى، وحالة النهاية الصغرى التي سيتم معالجة بياناتها بعد تحديد الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر، لذا فإن معظم مواقع الرصد - إذا استثنينا مطار الدوحة - لا تعود لأكثر من ثلاثة عشر عاما، بل هناك مواقع رصد حديثة لا يزيد السجل المناخي فيها على عشر سنوات (مسيعيد والعريش)، ورغم ذلك تم استخدام المعدلات الحرارية اليومية والشهرية والسنوية في ستة (٦) مواقع رصد تتوزع بين الشمال والوسط والجنوب، وبين الساحل والداخل نوضحها في الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٥)

مواقع الرصد المناخية المستخدمة في هذه الدراسة

م	موقع الرصد	مدة التسجيل	م	موقع الرصد	مدة التسجيل
١	الدوحة	٣٢	٤	الخطورية	١١
٢	روضة الفرس	١٣	٥	مسييد	١١
٣	أبو سمرة	١٣	٦	العريش	١٠

ومع أن المعدلات السنوية للحرارة هي التي بُنيَ عليها تحديد الاتجاهات الحديثة للحرارة، إلا أننا استخدمنا المعدلات اليومية والشهرية والفصلية للحرارة، لمعرفة الاتجاهات الحرارية في الفصول الأربعة، وللوقوف على مدى تأثير الاتجاهات الحرارية الشهرية والفصلية على الاتجاهات الحرارية السنوية، والفصول هي:

الشتاء: ويمثله أشهر ديسمبر ويناير وفبراير.

الربيع: ويمثله شهرا مارس وأبريل.

الصيف: ويمثله أشهر مايو، يونيو، يوليو، أغسطس وسبتمبر.

الخريف: ويمثله شهرا أكتوبر ونوفمبر.

طريقة تحليل المعطيات الحرارية:

من أساليب البحث في أية مشكلة، لابد من رصد طبيعة المشكلة وهدفها، وما دامت هذه الدراسة ترمي إلى تحديد الاتجاهات الحرارية الحديثة في دولة قطر، فقد استخدمت طريقة المتوسطات المتحركة Running Means أو ما يطلق عليها (Moving Averages)، وخطوط الانحدار المستقيمة Linear Trends، فالمتوسطات المتحركة تعطي مؤشرا عن طبيعة الاتجاه الحراري العام، والتغيرات أو التقلبات الحرارية المصاحبة له لفترات طويلة، لذا استخدم متوسط متحرك طوله خمس سنوات للمفردات الحرارية السنوية في مختلف مواقع الرصد، أما خطوط الانحدار المستقيمة فقد استخدمت لحسابها الصيغة التالية:



$$ص = ج + م س$$

حيث:

- ص : تمثل المعدلات الحرارية السنوية والفصلية.
 ج : تمثل نقطة تقاطع خط الانحدار مع المحور الرأسى.
 م : تمثل درجة التغير في الاتجاه الحرارى العام.
 س : تمثل الزمن.

وقد تم حساب كل من ج ، م وفق المعادلة التالية:

$$ج = \overline{ص} - \overline{م س}$$

حيث:

- $\overline{ص}$: تمثل متوسط درجات الحرارة.
 $\overline{س}$: تمثل متوسط سنوات الرصد.

مع العلم بأن الاتجاهات الحرارية الحديثة حُسِبَتْ لكل شهر على حدة،
 وللمعدل الشهري والسنوي في كل موقع رصد.

الخصائص الأساسية للحرارة في قطر:

قبل أن نحدد الاتجاهات الحرارية في قطر، لابد من الإشارة إلى بعض الخصائص الأساسية للحرارة في قطر ممثلة في مواقع الرصد المعتمدة في هذه الدراسة، حيث تم حساب المعدلات الشهرية والسنوية والفصلية لدرجات الحرارة، وحساب الأخطاء المعيارية Standard Errors للمعدلات الحرارية السنوية لتقدير الحدود التي لا يحتمل أن تكون التقلبات الحرارية قد وصلت إليها أو تجاوزتها بفعل الصدفة، كما حُسِبَت الانحرافات المعيارية Standard Deviations، ومعاملات التغير Coefficient of Variations لدرجات الحرارة في كل شهر من شهور السنة، ولكل فصل من فصولها، فهناك عوامل معروفة تؤثر على درجة حرارة الهواء في أي قطر وهي: الارتفاع والانخفاض عن سطح البحر، القرب أو البعد عن المسطحات المائية، الموقع الفلكي للمكان، ويبدو لي أن هذه العوامل لا تظهر تأثيراتها بشكل واضح أو محسوس، وأنها لا تبرز كثيرا الفروقات الحرارية بين مختلف المواقع، رغم

أن مواقع الرصد المناخية والمثلة لهذه الدراسة يقع بعضها -كما ذكرنا- على الساحل الشرقي (الدوحة، مسيعيد)، وبعضها الآخر على الساحل الغربي (أبوسمرة)، وموقعي رصد يمثلان الوسط (روضة الفرس، العظورية).

فقطر ذات المساحة الصغيرة، والارتفاعات البسيطة، والامتداد الذي لا يتعدى - حسب خطوط العرض - درجتين ونصف، كل هذه الخصائص لا تشكل اختلافات كبيرة في درجات الحرارة، كما هو الحال مثلا في دولة الإمارات أو بلاد الشام أو العربية السعودية، لذا فإن العوامل التي قد تؤثر على درجات الحرارة في قطر تتمثل في طول أو قصر فترة النهار، وعدد ساعات سطوع الشمس وصفاء الجو من عدمه.

تبين أن المعدل السنوي للحرارة يتفاوت بحسب مواقع الرصد بين (٢٥,٥) م في «أبو سمرة» الواقعة عند رأس خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر والتي ترتفع (٣,١٠) مترا عن سطح البحر، و (٢٦,٧) م في الدوحة الواقعة في وسط الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، في حين يصل المعدل السنوي في وسط قطر إلى (٢٦,٥) م في العظورية التي ترتفع عن سطح البحر لأكثر من (٣٣) مترا، لذا فإن عامل الارتفاع ليس له كما يبدو أثر فعال على درجات الحرارة أو معدلاتها، وإنما الذي ينبغي أن نضعه في الاعتبار هو: ما مدى تعرض الموقع للرياح الشمالية الغربية أو الغربية الباردة، أو للرياح الجنوبية أو الجنوبية الشرقية الدفيئة، وإلى أي مدى يتعرض الموقع لعدد أكثر من ساعات سطوع الشمس.

أما المدى الحراري السنوي فهو عبارة عن الفرق بين المعدل السنوي لأبرد السنوات وأشدّها حرارة، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٦)

المدى الحراري السنوي (درجة مئوية)

الموقع	البيان	السنة	أكبر معدل حراري سنوي	السنة	أقل معدل حراري سنوي	المدى الحراري
الدوحة		١٩٧٩	٢٧,٤	١٩٦٤	٢٥,٧	١,٧
روضة الفرس		١٩٨١, ٨٠	٢٧,٠	١٩٩٢	٢٥,٤	١,٦
الخطورية		١٩٨٧	٢٧,٣	١٩٨٢	٢٥,٥	١,٨
أبو سمرة		١٩٨٨	٢٦,٢	١٩٨٣	٢٤,٥	١,٧
مسييد		١٩٨٨	٢٦,٦	١٩٩٢	٢٥,١	١,٥
العريش		١٩٩٣, ٩٠, ٨٨	٢٦,٤	١٩٨٥	٢٤,٦	١,٨

يشير (الجدول رقم ٤-٦) إلى التالي:

١- يتزايد المدى الحراري في الوسط (الخطورية) وفي أقصى شمال غرب قطر، ويعزى في الأولى إلى الموقع بعيداً عن المؤثرات البحرية، وإلى القارية المناخية، فيما يرجع في الثانية إلى تعرض الشمال الغربي في بعض السنوات لأمطار غزيرة، أو لهبوب رياح شمالية باردة، قد تعمل على خفض درجات الحرارة أو العكس.

٢- يتمثل أدنى مدى حراري سنوي في موقع مسييد، وهو انعكاس لقيم متقاربة، لعدم تأثر الموقع لكثير من التقلبات أو التغيرات المناخية، أو لأنه يتعرض لظروف مناخية (حرارة) رتيبة.

٣- يلاحظ أن أقصى فرق في قيم المدى الحراري لا يتعدى (٠,٣) م وذلك بين الطرف الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي من قطر، وهي قيمة لا تبدو ذات بال لصغرها.

ولعل الجدول التالي يشير إلى بعض الخصائص الأساسية للحرارة:

جدول رقم (٧-٤)

الخصائص الأساسية للحرارة في قطر

الموقع	البيان	المعدل السنوي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير	المدة السنوي للحرارة	حجم العينة
الدوحة		٢٦,٧	٠,٤٥	٠,٠٨٠	١	١,٧	٣٢
روضة الفرس		٢٦,٢	٠,٥٢	٠,١٤٤	١	١,٦	١٣
العطورية		٢٦,٥	٠,٥٧	٠,١٧٢	٢	١,٨	١١
أبو سمرة		٢٥,٥	٠,٥٥	٠,١٥٣	٢	١,٧	١٣
مسيعيد		٢٦,١	٠,٤٣	٠,١٣٦	١	١,٥	١٠
العريش		٢٥,٧	٠,٥٨	٠,١٨٣	٢	١,٨	١٠

الانحراف المعياري

$$(١) \text{ الخطأ المعياري} = \frac{\text{الجذر التربيعي لحجم العينة (عدد سنوات السجل)}}{\text{الانحراف المعياري}}$$

$$(٢) \text{ معامل التغير} = \frac{\text{الانحراف المعياري}}{\text{المعدل السنوي}} \times ١٠٠\%$$

(٣) المدة الحاراري = الفرق بين أعلى وأدنى متوسط حاراري سنوي طيلة مدة السجل.

يتبين من (الجدول رقم ٧-٤) أن معامل التغير السنوي في الحرارة يتراوح بين (١٪، ٢٪)، وهي خصائص تعكس التفاوت بين الساحل والداخل (أي بين المؤثرات البحرية والمؤثرات الصحراوية القارية)، وأن أشد الشهور حرارة يتمثل في يوليو (تموز)، حيث تتراوح المعدلات السنوية للحرارة بين (٣٣-٣٥، ٣) م، باستثناء موقعي رصد العريش وأبو سمرة فيمثلهما شهر أغسطس (آب)، حيث تتأخر قمة الحرارة فيهما لوقوعهما على الساحل الغربي الذي يتأثر بالرياح الشمالية الغربية الملوثة للجو، في حين تظهر القمة مبكراً في الوسط والساحل الشرقي، أما أبرد الشهور حرارة فهو يناير (كانون الثاني)، حيث تتراوح فيه الحرارة ما بين (٤، ١٥) م في موقع رصد أبو سمرة، و (١٧) م في الدوحة.

الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر:

لم تتمكن من دراسة الاتجاهات العامة للحرارة في قطر لأن السجل الحراري لا يمتد لأكثر من (٣٢) عاما وفي الدوحة فقط، لذا جنحنا لدراسة ما يمكن تسميته بالاتجاهات الحديثة للحرارة، والجدول التالي يوضح خصائصها:

جدول رقم (٤-٨) (*)

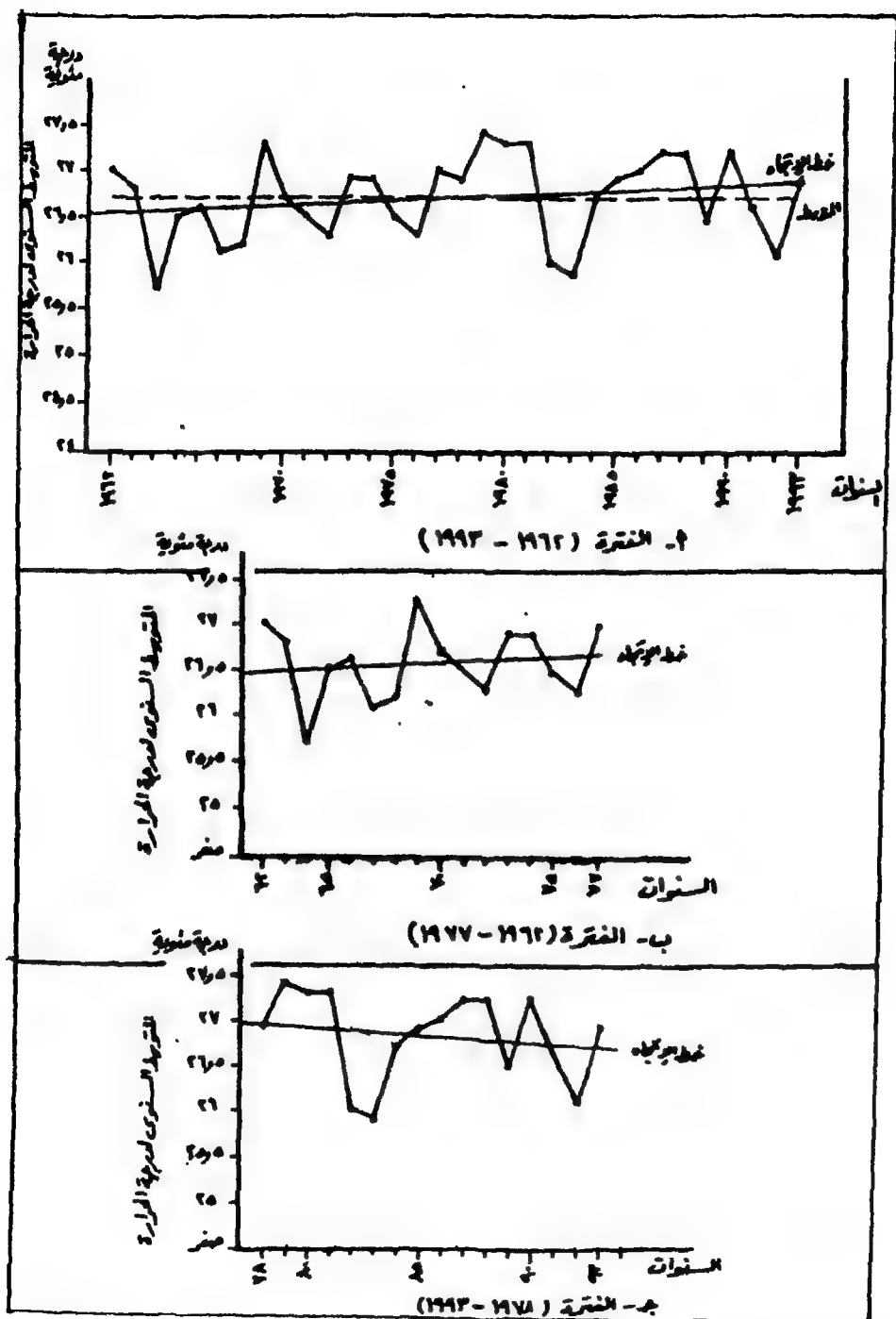
درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة في قطر

٢	موقع الرصد	درجة التغير B	اختبار t-test ت	مدة السجل
١	الدوحة	+ ٠,٠٠٥	٣,٢٦	١٩٩٣-١٩٦٢
٢	روضة الفرس	- ٠,٠٥٦	٥,٢٥	١٩٩٢-١٩٨٠
٣	الخطورية	+ ٠,٠٢٥	١,٥٢	١٩٩٢-١٩٨٢
٤	أبو سمرة	- ٠,٠٠٤	٠,٣٩	١٩٩٢-١٩٨٠
٥	مسيعد	٠,٠٠٤	٠,٢٧	١٩٩٣-١٩٨٤
٦	العريش	+ ٠,١١٤	٥,٦٦	١٩٩٣-١٩٨٤

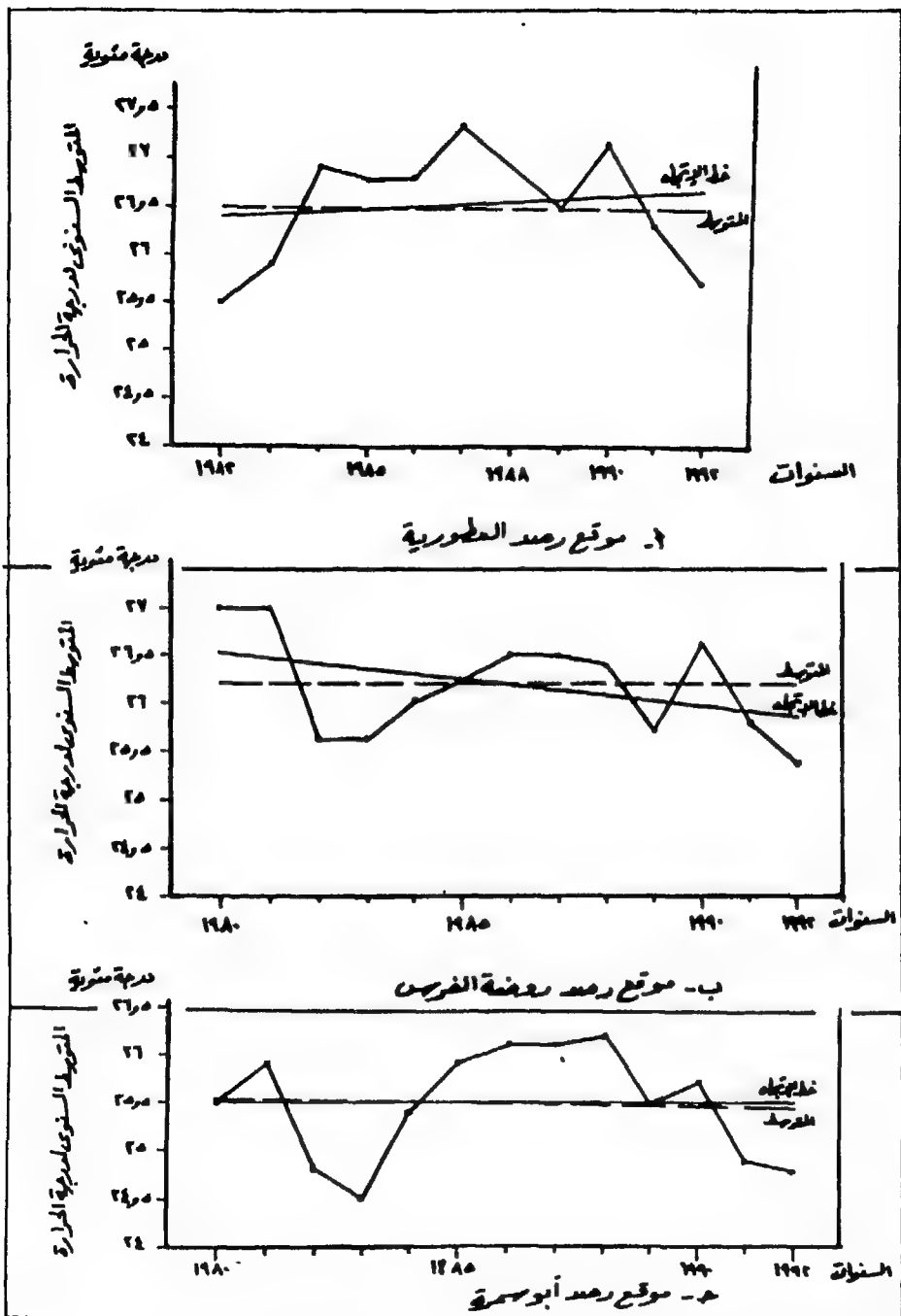
(*) يمثل هذا الجدول درجة التغير في المعدل السنوي لدرجات الحرارة.

يشير (الجدول رقم ٤-٨) إلى الخصائص التالية:

- ١- يوجد اتجاهان للحرارة أحدهما موجب والآخر سالب.
- ٢- يتمثل الاتجاه الأول في تزايد درجات الحرارة خلال فترة التسجيل في كل من مواقع رصد الدوحة (شكل رقم ٤-١٤)، والخطورية (شكل رقم ٤-١٥)، والعريش، وهذا التزايد أكثر ما يكون وضوحا في موقع رصد العريش (درجة التغير + ٠,١١٤) (راجع الجدول السابق).
- ٣- تعكس درجة التغير في موقع رصد روضة الفرس (شكل رقم ٤-٥ب)، وأبو سمرة (شكل رقم ٤-٥ج)، ومسيعد تناقصا في اتجاهات الحرارة لأنها سالبة، وهي أكثر تناقصا في موقع رصد روضة الفرس منها في أي من الموقعين الآخرين.



شكل رقم (4-4) الاتجاهات الحديثة لدرجة الحرارة في موقع رصد الدوحة للفترة من 1962-1993



شكل رقم (٤-٥) الاتجاهات الحديثة للحرارة في مواقع رصد مختارة للفترة ١٩٨٠-١٩٩٢

٤- ومع أن الانتشار الواسع لم ينحصر في اتجاه دون آخر بل تقاسمته المواقع الستة، إلا أن درجات التغير في الاتجاهات الحرارية الحديثة تم اختبار دلالتها الإحصائية باستخدام «اختبار ت t-test» هذا الاختبار يقوم على أساس المقارنة بين درجة تغير الاتجاه والخطأ المعياري لها، ويلاحظ أن الاتجاه الحديث للحرارة ذو دلالة إحصائية في كل من الدوحة وروضة الفرس والعريش والعطورية.

هذا التحليل يقودنا إلى تحديد ما إذا كانت الاتجاهات السالبة أو الموجبة (التناقص أو التزايد) سببها التناقص أو التزايد في حرارة الشتاء أو الصيف، أو في كليهما معاً؛ لذا تم حساب الاتجاهات الحديثة للحرارة في كل شهر، ثم حسبت لكل فصل من فصول السنة، يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٩)

درجات التغير في الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية والفصلية

الموقع	التغير الشهري										
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
الدوحة	٠,٠٣+	٠,٠٣-	٠,٠٤-	٠,٠٢-	٠,٠٥+	٠,٠١+	٠,٠١+	٠,٠٢+	٠,٠١+	٠,٠٢+	٠,٠٤+
م. الحكومة*	٠,١٧-	٠,٠٦-	٠,١٥-	٠,١٤-	٤-	٠,٠١+	٠,٠٧-	٠,٠١-	٠,٠٧-	٠,٠٤-	٠,٠٥+
العطورية	٠,٠٨-	٠,٠٢+	٠,٠٦+	٠,٠١+	٠,٠٨-	٠,٠٥+	٠,٠٥-	٠,٠٣+	٠,٠٣-	٠,٠١-	٠,٠٩+
أبو سمرة	٠,١٣-	٠,٠٥-	٠,١٥-	٠,٠٣-	٠,٠١-	٠,٠٦+	٠,٠٣-	٠,٠٢+	٠,٠٤+	٠,٠١+	٠,٠٣-
مسييد	٠,٠٩-	٠,٠٩-	٠,٢٤-	٠,١٥-	٠,٠١-	٠,٠٦+	٠,١٢+	٠,١٠+	٠,٠٦+	٠,١١+	٠,٠٤+
العريش	٠,٠٧-	٠,٠١+	٠,٠٢-	٠,٠١-	٠,٠٤-	٠,١٢+	٠,١٨+	٠,٣٢+	٠,٣٦+	٠,٢١+	٠,٠٩+

الموقع	التغير الشهري			
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
الدوحة	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+	٠,٠١٧+
م. الحكومة*	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-	٠,٠٣٠-
العطورية	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+	٠,٠٤٤+
أبو سمرة	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+	٠,٠٩٠+
مسييد	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+	٠,٠٦٠+
العريش	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+	٠,١٤٢+

* م. الحكومة تعني مزرعة الحكومة وبديله روضة الفرس.

ومن (الجدول رقم ٤-٩) نستخلص التالي :

١- يلاحظ أن الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية تتفاوت بين التناقص تارة والتزايد تارة أخرى، وتنعكس هذه الاتجاهات على الحرارة الفصلية واتجاهاتها.

٢- يبدو أن الاتجاهات الحديثة في موقع رصد روضة الفرس (مزرعة الحكومة) تنجح نحو التناقص سواء في الحرارة الشهرية أو الفصلية باستثناء شهري يونيو وديسمبر فإنهما يشهدان تزايداً طفيفاً في درجات الحرارة.

٣- يتضح بالنسبة لجميع مواقع الرصد أن شهري يونيو وديسمبر يشهدان تزايداً في الاتجاهات الحرارية الحديثة رغم تفاوت درجات التغير التي تزداد حدتها في العطورية والعريش، أما شهر يناير فيبدو أن تناقص الحرارة فيه سمة عامة مع وضوحها في موقعي روضة الفرس وأبو سمرة.

٤- تتفاوت درجات التغير في الاتجاهات الفصلية بين موقع رصد وآخر، وما يلفت النظر أن الاتجاهات الحرارية لجميع الفصول في موقع رصد روضة الفرس تتجه نحو التناقص، وهو استجابة لما تتميز به الاتجاهات الحرارية الشهرية من تناقص كذلك.

٥- يلاحظ أن مواقع الرصد الواقعة على الساحل الشرقي لقطر (الدوحة ومسيعيد) تنفرد بخصائص عامة تتمثل في تناقص الحرارة في فصلي الشتاء والربيع، وتزايدها في فصلي الصيف والخريف، وهي كما يبدو سمات تعكسها درجات التغير في الاتجاهات الحرارية الشهرية.

٦- باستثناء موقع رصد العطورية، فإن درجات التغير توحي بأن الاتجاهات الحديثة للحرارة في فصل الربيع تميل نحو التناقص في درجات الحرارة، حيث بلغت حدتها (-١٩٤، ٠) في مسيعد، و (-١٤٥، ٠) في روضة الفرس.

ولكي تتضح الصورة حاولنا في دراستنا للاتجاهات الحديثة في الدوحة أن نقسم فترة التسجيل إلى قسمين متساويين، تمتد الفترة الأولى بين (١٩٦٢-١٩٧٧)، والفترة الثانية من (١٩٧٨-١٩٩٣) نهاية فترة التسجيل وفرضنا أن الاتجاهين يسيران نحو التزايد، وتبين لنا من (شكل رقم ٤-٤ب، ج):

١- أن هناك اتجاهين للحرارة في موقع رصد الدوحة: اتجاه موجب: أي أن الحرارة كانت تتزايد خلال العقد والنصف الماضيين (١٩٦٢-١٩٧٧) بدرجة تغير بلغت (+٠,٠١٤)، واتجاه سالب: أي أن الحرارة بدأت تتناقص في العقد والنصف الأخير منذ عام ١٩٧٨ وبشكل ملحوظ حتى نهاية السجل الحراري في عام ١٩٩٣ بدرجة تغير (-٠,٠٢).

٢- يبدو أن درجة التناقص في الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة أكثر حدة من درجة التزايد وبفارق بلغ (-٠,٠٠٦).

٣- يتضح من عقد مقارنة بين الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة (الفترة الثانية) مع الاتجاهات الحديثة للحرارة في بعض بلدان الشام (نعمان شحادة ص ٥٤) أنها تتفق معها في الاتجاه نحو التناقص رغم أن البيانات في بلاد الشام تمتد لأكثر من ثلاثة عقود.

٤- لقد أُجْريَ اختبار لدلالة الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة باستخدام اختبارات t-test التي تركز أساساً على المقارنة بين درجة التغير في الاتجاه والخطأ المعياري، فتبين أن الاتجاه الحديث سواء للفترة الأولى أو للثانية ذو دلالة إحصائية، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-١٠)

الخصائص الأساسية للحرارة في موقع رصد الدوحة

الفترة	المعدل	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التعبير %	درجة التغير B	قيمة ت	مستوى المعنوية
الأولى (٦٢-٧٧)	٢٦,٥٨	٠,٣٩	٠,٠٨٩	١,٥	+٠,٠١٤	٢,٥٠+	٠,٠١
الثانية (٧٨-٩٣)	٢٦,٨٢	٠,٤٧	٠,١١٨	١,٨	-٠,٠٢	٢,٩٧+	٠,٠١

وأن قيمة (ت) المحسوبة أكبر من قيمة (ت) النظرية عند مستوى دلالة (٠,٠١) لذا نرفض فرض العدم، ونقرر بأن الفترة الأولى من السجل الحراري تنجح نحو التزايد، في حين يجنح الاتجاه الآخر نحو التناقص.

واستكمالا لما سبق فقد ثبت من (جدول رقم ٤-١٠):

١- أن الاتجاهات الحرارية الشهرية والفصلية لموقع رصد الدوحة تتجه نحو التزايد، وذلك لأكثر من (٦٦٪) من أشهر السنة، وهو يتفق مع بيانات الفترة الأولى (١٩٦٢-١٩٧٧)، لذا فإن تزايد الحرارة في الدوحة يرتبط ارتباطا وثيقا بتزايد الحرارة في معظم شهور أو فصول السنة.

٢- وعلى النقيض من ذلك فإن الاتجاهات الحديثة للحرارة الشهرية والفصلية للفترة الثانية (١٩٧٨-١٩٩٣) توحى بتناقص في درجات الحرارة لأكثر من (٦٦٪) من شهور السنة، مما انعكس إيجابا على الاتجاهات الحديثة في الدوحة، أي أن التناقص في درجات الحرارة عامة يعود إلى التناقص في درجات حرارة أشهر السنة وفصولها.

٣- وللمقارنة بين الفترتين نستعرض الجدول التالي:

جدول رقم (٤-١١)

خصائص الاتجاهات الحديثة للحرارة خلال الفترتين في الدوحة

الفترة الأولى											
ن م	١,٤٣	١,٣٩	١,٣٣	٠,٩٢	١,١	٠,٩٦	٠,٤٧	٠,٥٢	٠,٦٣	٠,٨٦	٠,٨١
م ت	٨,٤	٧,٧	٦,٢	٣,٦	٣,٦	٢,٩	١,٤	١,٥	٢,٠٠	٣,٠٠	٣,٤
خ م	٠,٣٥٨	٠,٣٤٨	٠,٣٣٣	٠,٢٣٠	٠,٢٧٥	٠,٢٤١	٠,١١٧	٠,١٢٩	٠,١٥٧	٠,٢٤٠	٠,٢٣٠
د ت	٠,٠٥١	٠,٠٨٣	٠,٠٣٨	٠,٠٣٩	٠,١٤٦	٠,٠٢٢	٠,٠١٠	٠,٠٢٣	٠,٠٢٠	٠,٠١٤	٠,٠٩٩
الفترة الثانية											
ن م	١,٢٤٤	١,٣٤	١,٢٧٣	٠,٩٨٢	٠,٧٣٢	٠,٦٥٩	٠,٥٣٣	٠,٥٣٨	٠,٤٨٣	٠,٨٢٥	٠,٧٨٤
م ت	٧,٣	٥,٨	٦,١	٣,٨	٢,٣	١,٩	١,٥	١,٦	١,٥	٢,٨	٣,٢
خ م	٠,٣١١	٠,٢٥	٠,٣١٨	٠,٢٤٦	٠,١٨٣	٠,١٦٥	٠,١٣٣	٠,١٣٥	٠,١٢١	٠,٢٦	٠,١٩٦
د ت	٠,١١٨	٠,٠٥٧	٠,٠٦٧	٠,٠٩٣	٠,٠٠٢	٠,٠٢٣	٠,٠٠٨	٠,٠٠٢	٠,٠١٨	٠,٠١٣	٠,٠٧٩

نعني بالرموز: ن م الانحراف المعياري، م ت معامل التغير، خ م الخطأ المعياري، د ت درجة التغير.

٤- ومنه يتبين أن هناك اتفاقاً بين الفترتين في اتجاهات التناقص والتزايد الحراري لبعض الشهور، فقد لوحظ أن أشهر يناير وفبراير ومارس تشهد تناقصاً ملحوظاً في الحرارة رغم التباين في القيم، حيث يكون التناقص في الفترة الثانية أكثر حدة منه في الفترة الأولى، وأن التزايد ينسحب على أشهر سبتمبر وأكتوبر وديسمبر، بيد أن الاتجاه نحو التزايد يكون أكثر حدة في الفترة الأولى من الثانية.

٥- يبدو أن التزايد الطفيف الذي انعكس على الاتجاهات الحديثة للحرارة في الدوحة على مدى فترة التسجيل (١٩٦٢-١٩٩٣) ناجم عن التزايد الذي شهدته درجات الحرارة في الأعوام من (١٩٧٩-١٩٨١).

الاتجاهات الحرارية والتوازن الإشعاعي الشمسي،

يسدو أن الاتجاهات الحرارية ظاهرة عالمية (نعمان شحادة، ص ٦٦)، أما الاختلافات والتباينات في هذه الاتجاهات فمرَدُّها إلى التباين في الدورة العامة للهواء، فمن المعروف أن عوامل ثلاثة تؤثر على التوازن الإشعاعي لسطح الأرض، هي:

١- تناقص أو تزايد الإشعاع الشمسي: فإذا تزايدت شدة الإشعاع الشمسي ولو بمقدار (١٪)، فإن درجة الحرارة ستزيد (٨، ٠) درجة مئوية تقريباً.

٢- مقدرة سطح الأرض الامتصاصية لأشعة الشمس: والتي تمثل (٦٥٪)، وهي تتأثر بنسبة السحب التي تغطي السماء، ونسبة الغبار والمواد العالقة في الهواء، وطبيعة سطح الأرض، فإن أية زيادة في معامل انعكاس الإشعاع الشمسي (نورانية الأرض Earth Albedo) من (٣٤٪) إلى (٣٥٪) ستؤدي إلى تناقص درجة حرارة سطح الأرض.

٣- اختلاف إشعاعية الأرض: يعتبر سطح الأرض جسماً مشعاً، إلا أن الغلاف الجوي المحيط بالأرض له القدرة على الاحتفاظ بنسبة كبيرة من الإشعاع الأرضي ذي الموجات الطويلة المرتدة من الأرض بمساعدة كل من بخار الماء وثنائي أكسيد الكربون (حسن أبو العينين، أصول الجغرافيا المناخية، ص ٧٨)، ويعبر عن هذه الظاهرة بتأثير البيوت الزجاجية للنباتات The Green House Effect.

وقد تبين من دراسة مايلز (Miles, M.K. 1977, PP. 714-722) أن (٨٠٪) من التغيرات الحرارية على سطح الأرض تفسره عوامل ثاني أكسيد الكربون، نسبة

الغبار البركاني، ومساحة الجليد على سطح الأرض، ولكن هناك عوامل أخرى تتمثل في الدورة الهوائية، حيث يؤثر التباين في درجات الحرارة بين المناطق القطبية والمدارية على ديناميكية الدورة الهوائية، فإذا تقلص الفرق في درجات الحرارة بين الجهات القطبية والمدارية فإن معدل انتقال الطاقة من المناطق المدارية إلى القطبية سَيَضَعُفُ بالتالي، ومن ثم تتأثر حركة الرياح الموجبة في طبقات الجو العليا.

بعد تحديد العوامل الرئيسة التي تؤثر على التوازن الإشعاعي لسطح الأرض، لابد من التعرف على خصائص العلاقة بين الاتجاهات الحرارية في قطر وهذه العوامل، فأتضح أن نسبة ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الغلاف الجوي قد تزيد على (١١٪) وما زالت تتزايد، فإذا كان لهذه الزيادة دور أساسي في تحديد اتجاهات الحرارة نحو الزيادة في الفترة من (١٩٦٢-١٩٧٧) فكيف نعلل استمرارية هذه الزيادة مع أن اتجاه الحرارة في الفترة من (١٩٧٨-١٩٩٣) تميل إلى التناقص، وهذا ما ينطبق على الإشعاع الشمسي الذي ما زال في تزايد مع تناقص في الاتجاه الحراري، ولعلنا نؤكد على أن التناقص في الاتجاهات الحرارية في قطر يرتبط بتزايد نسبة الغبار والشوائب العالقة في الجو، خاصة مع تزايد نشاط الإنسان الذي تزايدت أعداده، وكثرت منشآته في الآونة الأخيرة.

أحوال الحرارة في فصلي الشتاء والصيف:

وجدت من الأفضل لدراسة أحوال الحرارة في فصلي الشتاء والصيف أن أستعين بمتوسط النهايات الصغرى ممثلة لأحوال المناخ في الشتاء (فصل البرودة)، وبمتوسط النهايات العظمى ممثلة لأحوال المناخ في الصيف (فصل الحرارة) نظرا لما تتميز به المنطقة من تقلبات وتغيرات في أحوال المناخ.

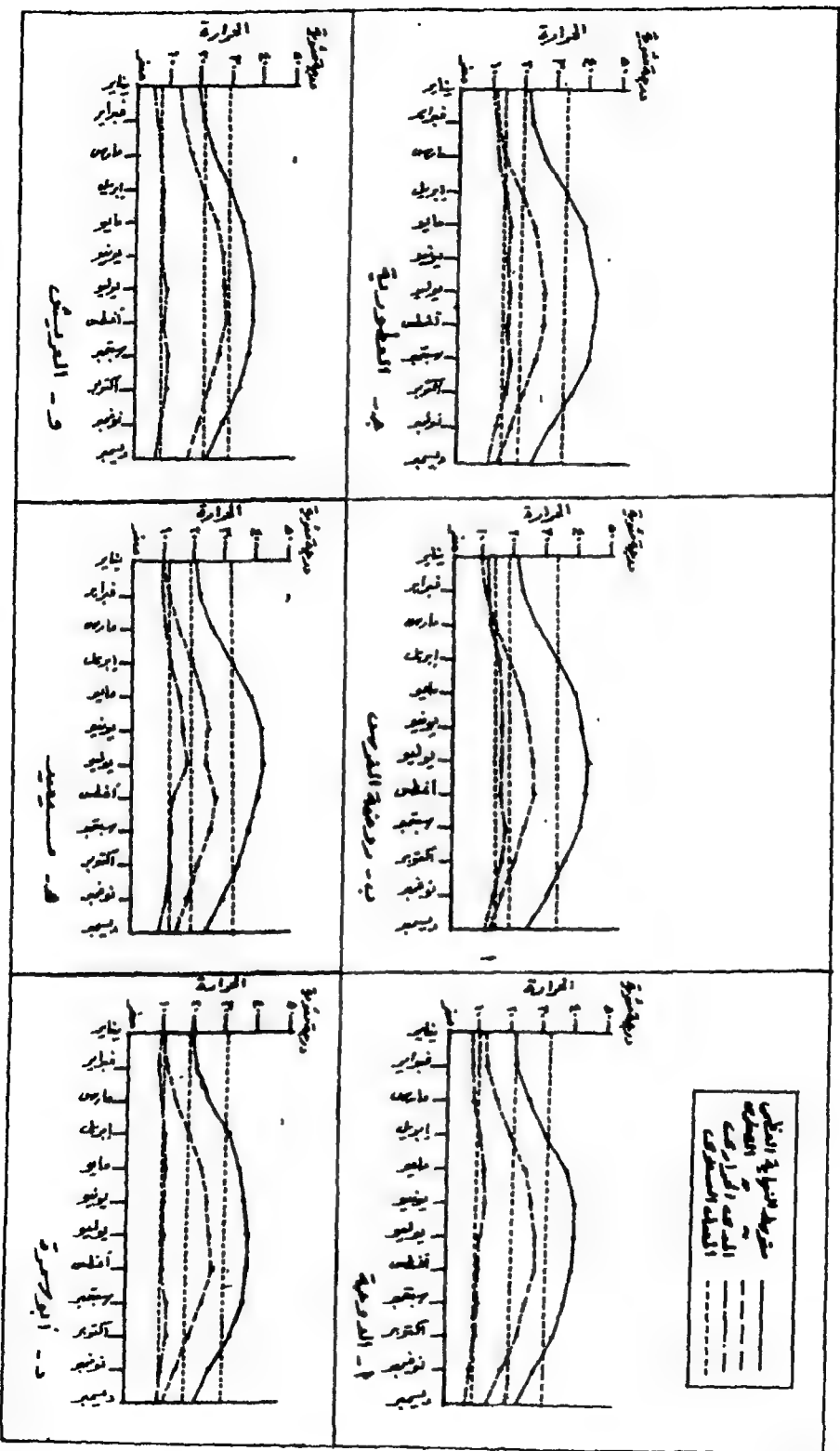
أولا: متوسطات النهاية الصغرى (أحوال الحرارة في الشتاء):

يتبين من (الجدول الملحق رقم ٤-١) و(الشكل رقم ٤-٦) ما يلي:

- ١- يبلغ المعدل السنوي للنهاية الصغرى أقصاه (٢١,٨) م في الدوحة، ويبلغ أدناه (١٨,٨) م في روضة الفرس، وهذا يعني أن موقع روضة الفرس في شمال قطر يجعله عرضة للمؤثرات الباردة القادمة مع الرياح الشمالية الغربية أو الشمالية بدرجة أكبر، فضلا عن كثافة الغطاء النباتي حوله.

التغيرات الحرارية في مواقع رصد مختارة

شكل رقم (٤-٩)



٢- يتزايد المعدل السنوي للنهاية الصغرى من موقع رصد روضة الفرس باتجاه الجنوب والشرق، فيبلغ في موقعي رصد العظورية وأبو سمرة (١٩,٥) م، ويقترّب من هذه القيمة موقع رصد مسيعيد.

٣- سجل شهر يناير أدنى قيمة لمتوسط النهاية الصغرى، بلغت في الدوحة (١٢,٨) م، وفي روضة الفرس (١٠,٥) م، وفي أبو سمرة (١٠,٢)، وفي مسيعيد (١٠,٨) م، وسجل شهر أغسطس أعلى قيمة لمتوسط النهاية الصغرى في كل من الدوحة وأبو سمرة ومسيعيد بلغت (٢٩,٣)، (٢٧,١)، (٢٧,١) م على التوالي، وسجل شهر يوليو أعلاها في روضة الفرس (٢٦,٥) م، والعظورية (٢٧,٢) م.

٤- يتبين من السجلات الحرارية أن أبرد السنوات في الدوحة كان عام ١٩٦٤، بلغ فيها المعدل السنوي للنهاية الصغرى (٢٠,٤) م، وفي روضة الفرس عامي ١٩٨٣، ١٩٨٩، حيث بلغ (١٨,٣) م، وفي العظورية وأبو سمرة كان عام ١٩٩٢، إذ بلغ المعدل (١٨,٦)، (١٧,٨) م على التوالي.

٥- يتضح أن المتوسط الشهري للنهاية الصغرى في جميع مواقع الرصد يقل عن المعدل السنوي في فترتين، تمتد الأولى من يناير إلى بداية أبريل، والثانية تقع بين منتصف أكتوبر وديسمبر. ومنه نستخلص أن العامل الرئيس المؤثر في أحوال الحرارة في الشتاء هو خط العرض، وأن قمة الحرارة الشهرية يتأخر ظهورها كلما اتجهنا جنوباً.

ثانياً: متوسطات النهاية العظمى (أحوال الحرارة في الصيف):

من قراءة (الجدول الملحق رقم ٤-١) و(الشكل رقم ٤-٦) نلاحظ التالي:

١- المعدل السنوي للنهاية العظمى يزداد في وسط قطر بالاتجاه نحو الجنوب ممثلاً في موقعي رصد روضة الفرس والعظورية، حيث بلغ بين (٣٣,٥)، (٣٣,٦) م، ثم يبدأ بالانخفاض نحو الأطراف (باتجاه السواحل)، حيث بلغ في كل من الدوحة في وسط الشرق، ومسيعيد في الجنوب الشرقي وأبو سمرة في الجنوب الغربي ما بين (٣٢,٧)، (٣١)، (٣٢,٢) م على التوالي.

٢- يبدو أن المتوسط الشهري للنهاية العظمى يزداد في نهاية شهر مارس بشكل ملحوظ، حيث تزيد درجة الحرارة في حدود (٦م)، ثم تضيق الفروقات في درجات الحرارة خلال أشهر يونيو ويوليو وأغسطس فتتراوح بين (١-٢م)، ثم تعود بعد شهر أكتوبر إلى سابق عهدها من التباين حيث تتناقص ما بين (٥-٦م).

٣- يتضح من واقع السجلات الحرارية أن أقصى قيمة لمتوسط النهاية العظمى الشهرية سجلت في موقع رصد العظورية، فبلغت (٦، ٤٣م) في شهر يوليو وسجلت أدنى قيمة لمتوسط النهاية العظمى في موقع رصد أبو سمرة (٩، ٣٨م).

٤- تشير السجلات المناخية إلى أن أعلى متوسطات سنوية للنهايات العظمى رصدها المواقع المناخية كانت كالتالي:

الدوحة	روضة الفرس	العظورية	أبو سمرة	مسييد
١٩٧٩، ١٩٨١ : ٣٣، ٥م	١٩٨٧، ٢٤، ٤م	١٩٩٠، ٢٤، ٧م	١٩٨٦، ٢٢، ٣م	١٩٩٠، ٢٣، ٤م

٥- يُظهِرُ (الشكل رقم ٤-٦ أ، و) بأن متوسطات النهاية العظمى الشهرية لموقع رصد أبو سمرة تقل في أشهر الصيف عن (٤٠) درجة مئوية، في حين تزيد وبشكل ملحوظ في موقعي رصد روضة الفرس والعظورية، وبالمقارنة بين موقعي رصد الدوحة ومسييد من جانب وموقعي رصد روضة الفرس والعظورية من جانب آخر، يبدو لنا أن شهرين فقط هما يونيو ويوليو ضمن سجلات الموقعين الأولين يفوقان القيمة المعيارية السابقة (٤٠) درجة مئوية، في حين أن أربعة أشهر تضمنتها سجلات الموقعين الآخرين هي يونيو، يوليو، أغسطس وسبتمبر سجلت قيما تزيد على القيمة المعيارية آنفة الذكر.

يوحى هذا التحليل بأن المتوسط السنوي للنهاية العظمى في مواقع الرصد الساحلية يقل عن مثيلاته في مواقع الرصد الداخلية، وهي انعكاس كما يبدو لقيم المتوسطات اليومية والشهرية للنهايات العظمى، وبهذا يختفي أثر عامل خط العرض، ويظهر فعل المؤثرات البحرية، حيث تنخفض درجة حرارة مياه الخليج وما يلامسها من هواء في الصيف عن الياوس القطري المجاور رغم تزايد الرطوبة في الجو.

المدى الحراري الشهري والسنوي:

(الفرق بين متوسطي النهاية العظمى والصغرى)

يشير (الجدول الملحق رقم ٤-١) و (الشكل رقم ٤-٦ أ، و) إلى التالي:

١- المدى الحراري السنوي كبير في الداخل، إذ يتراوح بين (١٤,٧، ١, ١٤)م في موقعي رصد روضة الفرس والعطورية، بسبب حالة الجفاف السائدة، أما الساحل فتمثله الدوحة وأبو سمرة ومسيعيد، فيقل فيها جميعا المدى الحراري السنوي ليصل إلى (١٠,٩، ١١,٥، ١٢,٨)م على التوالي، ويعزى ذلك إلى المؤثرات البحرية التي تقلل من الفروقات الحرارية.

٢- الفرق بين قيم المدى الحراري السنوي لمعظم مواقع الرصد يتفاوت بين (٦, ٠)م في الداخل، (١, ٥)م على الساحل، وحوالي (٣, ٨) درجة مئوية بين الساحل والداخل، وهذا يعني وجود فروقات حرارية ملموسة رغم صغر مساحة قطر.

٣- يتزايد المدى الحراري السنوي بمعدل (٩, ٠) درجة مئوية كلما ابتعدنا عن الساحل بمقدار (١٠) كم باتجاه الداخل، كما أن درجات الحرارة الدنيا تقل أثناء ليالي الصيف بمعدل (٣-٤) درجات مئوية في الداخل عنها على الساحل (Pike, J.G. 1977, p. 54).

٤- يبلغ المدى الحراري أقصاه في شهر سبتمبر بالنسبة لمواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبو سمرة، حيث سجلت (١٧,٤، ١٦,٥، ١٣,٢)م. على التوالي، بينما يمثل كلا من شهري يونيو ويوليو موقعا رصد الدوحة ومسيعيد بمدى حراري يبلغ (١٣,٣، ١٨)م بالترتيب، وهي مؤشرات على أن قمة المدى الحراري تظهر مبكرا على الساحل الشرقي لقطر، في حين يتأخر ظهورها بالاتجاه نحو الوسط والغرب، أما أدنى قيم للمدى الحراري فيبدو أنها تتفاوت ما بين أشهر يناير في الدوحة وروضة الفرس (٨,٧، ٣, ١١)م، وفبراير في أبو سمرة (٩,٧)م، وديسمبر في العطورية (١٠, ٥)م.

٥- يتدرج منحني متوسط المدى الحراري الشهري (شكل رقم ٤-٦) في الارتفاع - رغم التفاوت الواضح في مدى هذا الارتفاع - ابتداء من شهر يناير، ثم

يبدأ الخط البياني للمدى في الهبوط فيما بعد سبتمبر باستثناء منحني مسعيد الذي ينحدر فيه الخط البياني بشكل مفاجئ بعد شهر يوليو ليسير والمعدل السنوي حتى أواخر نوفمبر، ثم يفترقان حال انخفاض المدى الحراري في شهر ديسمبر بمقدار (٣)م عن المعدل.

لا يقتصر التباين في درجات الحرارة بين الساحل والداخل، بل يتمثل كذلك بين السواحل الشرقية لقطر وسواحلها الغربية، فنلاحظ - خلال العام - أن درجات الحرارة في حديها الأدنى والأعلى تقل على طول السواحل الغربية بمعدل (٣-٤)م عن معدلها على السواحل الشرقية، ويرجع ذلك إلى تعرض السواحل الغربية لهبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية الباردة المصاحبة للجهات القادمة من الشمال والغرب، في حين تقع السواحل الشرقية والجنوبية الشرقية في ظل هذه المؤثرات، علاوة على أنها (السواحل الشرقية) تخضع لحرارة الهواء الأفقية الدفينة التي تعمل على ارتفاع درجات الحرارة، علما بأن مصدر هذه الظاهرة المناطق الداخلية التي يشيع ظهورها في فصل الصيف.

يبدو أن توزيع درجات الحرارة في بعض دول الخليج متشابها نوعا ما؛ إذ يتضح أن العامل البحري ليس له أثر صريح في تعديل درجات الحرارة، ففي جزر البحرين يزداد معدل الحرارة في أشهر الصيف بشكل واضح، بحيث تقترب من (٣، ٣٤)م، بينما تقع حرارة الشتاء في حدود (٩، ١٥)م، وبالتالي فإن المدى الحراري يبدو كبيرا، فيبلغ حوالي (١، ١٧)م، (عادل عبد السلام، مناخ البحرين، ص ١١٤).

بينما يبرز أثر الموقع الفلكي على امتداد المحور الطولي للخليج العربي من الجنوب إلى الشمال واضحا على حرارة الصيف والشتاء، إذ تزداد الفروقات الحرارية كلما ابتعدنا عن خط الاستواء شمالا وجنوبا، وبناء عليه فإن المدى الحراري الشهري (الفرق بين أكثر الشهور وأقلها حرارة) يبلغ في الشارقة وأبو ظبي (٥، ١٥)، (٨، ١٥)م على التوالي (عبد الملك الكليب، مناخ الخليج العربي، ١٩٩٠، ص ٤٥)، وفي قطر (٤، ١٨)م، وفي الظهران (٣، ١٩)م، وفي الكويت (٤، ٢٤)م.

يلاحظ أن المدى الحراري الشهري يزداد بالاتجاه شمالا في الخليج العربي، بعكس متوسط درجة الحرارة الشهري الذي يقل في نفس الاتجاه، وقد يرجع انخفاض

المدى الحراري في الأجزاء الجنوبية من منطقة الخليج العربي إلى ارتفاع درجات النهاية الصغرى خلال الشتاء، وانخفاض درجات النهاية العظمى خلال الصيف.

٢- الضغط الجوي والرياح:

(١) الضغط الجوي:

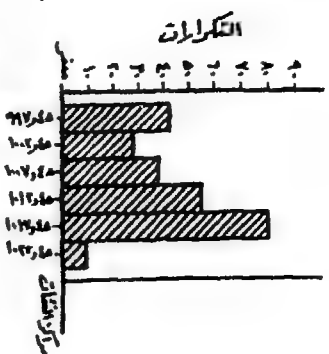
تخضع قطر نظراً لعلاقاتها المكانية بمساحات عظيمة الاتساع من اليابس تحدها من الشرق والشمال والغرب، بغض النظر عن كونها شبه جزيرة، لتأثير نطاقات متباينة من الضغط الجوي في فصلي الشتاء والصيف، وباحتمالات التعرض لغزو الكتل الهوائية الباردة من الشمال، والكتل الهوائية الساخنة من الجنوب، ولعل من الطبيعي حيال ذلك أن يكون موقع قطر الجغرافي مدعاة لقدر كبير من التجانس بين حالة الضغط الجوي فيها وبين حالة الضغط الجوي على وسط وجنوب آسيا وجزيرة العرب.

فقبل أن نحاول تحليل خرائط الضغط الجوي نعرض لحالة الضغط الجوي كما سجلها موقع رصد مطار الدوحة الدولي، وهو الموقع الوحيد الذي رصد بيانات عن الضغط الجوي للفترة من ١٩٧٤-١٩٩٤، فمن (الشكل رقم ٤-١٧-د) نستخلص الخصائص التالية:

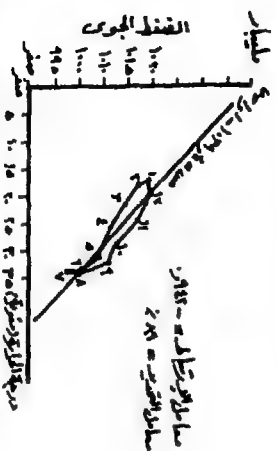
١- يبلغ المعدل السنوي العام للضغط الجوي للفترة حوالي (١٠١٠) مليار، وهي قيمة متوسطة تزيد على حوالي (٩, ٤٢٪) من تكرارات المتوسط السنوي خلال المدة (٢١ عاماً)، بينما تقل عن (٦, ٤٧٪).

٢- ينخفض المعدل الشهري للضغط الجوي إلى أدنى قيمة له في شهر يوليو، حيث يصل إلى (٩٩٧,٧) مليار، ويبدو شكل المنحنى (رقم ٤-١٧أ) على هيئة قمع يضيق عند أسفله ويتسع بالاتجاه نحو الفوهة، ومنه يتبين أن متوسط الضغط الجوي يتناقص ابتداء من شهر يناير حتى يوليو بمعدل (٦, ٣) مليار، في حين يتزايد من يوليو باتجاه ديسمبر بمعدل (٤, ٢٤) مليار.

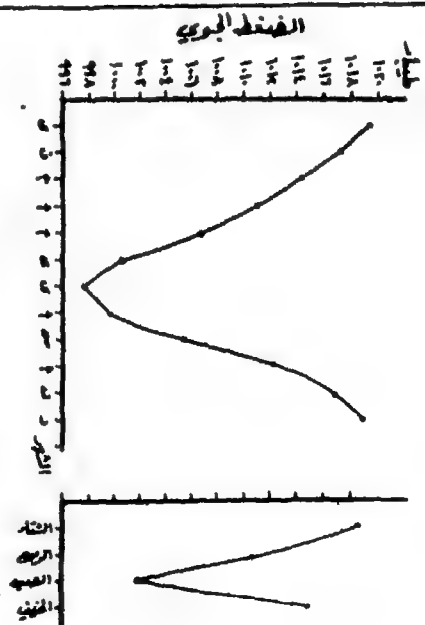
٣- من قراءة (المدرجات التكرارية رقم ٤-٧ب، ج) لفئات المتوسط اليومي والشهري للضغط الجوي يخيل إلي أن الفئة الثانية من توزيعات المتوسط الشهري، والفئة السادسة من توزيعات المتوسط اليومي أقلها على الإطلاق،



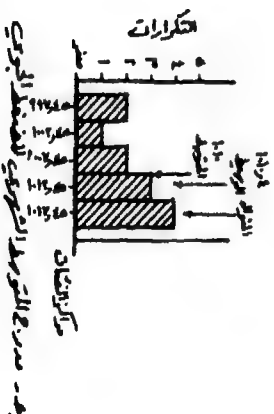
ب- مديرج المتوسط اليومي للضغط الجوي في المدة ١٣٦٦-١٩٩٤



ج- العلاقة بين المتوسط اليومي للضغط الجوي والدرجة في المدة ١٣٦٦-١٩٩٤



د- مديرج المتوسط اليومي في المدة ١٣٦٦-١٩٩٤



هـ- مديرج المتوسط اليومي للضغط الجوي

نمط الضغط الجوي في موقع رصد المدة (١٩٧٤-١٩٩٤)

شكل رقم (٤-٧)

بينما تمثل الفئة الخامسة في كلا التوزيعين ما نسبته (٣١,٧٪، ٣,٣٣٪) على التوالي، وأن الفئتين الرابعة والخامسة في كل من التوزيعين مجتمعتين تشغلان نسبة تبلغ بين (٥,٥٣٪، ٣,٥٨٪) على التوالي.

٤- يلاحظ من (الشكل ٤-٧ب، ج) أن التوزيع في كل منها يلتوي التواء سالبا، أي أن التوزيع غير متوازن لميله نحو اليسار، بمعنى أن قمتيهما تتجهان إلى يمين المركز، وذيلهما صوب اليسار، وفي هذه الحالة يتميز بنمط نسبي في توزيع المتوسطات، إذ يقع الوسيط في منتصف التوزيع، ويقع المتوسط على يساره، والمتوال على يمينه.

٥- من (شكل رقم ٤-٧د) يتضح أن العلاقة الدالية بين متوسط درجة الحرارة الشهرية والمتوسط الشهري للضغط الجوي في موقع رصد الدوحة علاقة عكسية (سالبة) بلغت (-٩٤٢,٠)، أي أنه مع تزايد درجة الحرارة ينخفض الضغط الجوي، والعكس صحيح، ويبدو أن هذه العلاقة قوية بدليل معامل التحديد الذي بلغ (٨٩,٠)، بمعنى أن ٨٩٪ من الاختلافات التي تحدث لمتوسط الضغط الجوي تعود إلى الاختلافات التي تتعرض لها درجات الحرارة، وأن (١١٪) من الاختلافات تعود إلى نسبة بخار الماء العالق في الجو، فزيادة كمية بخار الماء في الهواء تؤدي إلى انخفاض مقدار الضغط الجوي وخفة وزنه.

٦- يلاحظ أن متوسط الضغط الجوي الخاص بأشهر مايو ويونيو وأغسطس وديسمبر، تتفق في تغيراتها وقيم درجات الحرارة في ذات الأشهر، بدليل وقوعها على خط الانحدار، في حين تزيد متوسطات الضغط الجوي في أشهر سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر على القيم المتوقعة، وأن (٤٢,٧٪) من المدة تقل قيمها عن القيم المتوقعة بحكم أنها تقع بعيدا على يسار خط الانحدار.

٧- من المعروف أن مقدار الضغط الجوي العادي عند مستوى سطح البحر يعادل (١٠١٣,٢) مليسار، ويمثله رقم (١) الذي يعرف بوحدة الجو Atmospher، لذا نحاول من خلال الجدول التالي مقارنة المتوسطات الشهرية للضغط الجوي في مطار الدوحة مع المقاييس المختلفة:



جدول رقم (٤-١٢)

مقارنة قيم المتوسط الشهري للضغط الجوي مع بعض المقاييس المختلفة

الشهر	المتوسط الشهري للضغط الجوي (مليبار)	ما يقابله من المقاييس المختارة ^(١)			الضغط بالرطل
		بوصات	ستيمترات	الرقم الجوي	
يناير	١٠١٩,٣	٣٠,١٠	٧٦,٤٦	١,٠٠٦	١٤,٧٩
فبراير	١٠١٧,٣	٣٠,٠٤	٧٦,٣١	١,٠٠٤	١٤,٧٦
مارس	١٠١٤,٤	٢٩,٩٦	٧٦,٠٩	١,٠٠١	١٤,٧٢
أبريل	١٠١١,٠	٢٩,٨٦	٧٥,٨٤	٠,٩٩٨	١٤,٦٧
مايو	١٠٠٦,٨	٢٩,٧٣	٧٥,٥٢	٠,٩٩٤	١٤,٦١
يونيو	١٠٠٠,٦	٢٩,٥٥	٧٥,٠٦	٠,٩٨٨	١٤,٥٢
يوليو	٩٩٧,٧	٢٩,٤٦	٧٤,٨٤	٠,٩٨٥	١٤,٤٨
أغسطس	٩٩٩,٥	٢٩,٥٢	٧٤,٩٧	٠,٩٨٧	١٤,٥٠
سبتمبر	١٠٠٥,٥	٢٩,٦٩	٧٥,٤٢	٠,٩٩٢	١٤,٥٩
أكتوبر	١٠١٢,٤	٢٩,٩	٧٥,٩٤	٠,٩٩٩	١٤,٦٩
نوفمبر	١٠١٦,٨	٣٠,٠٣	٧٦,٢٧	١,٠٠٤	١٤,٧٥
ديسمبر	١٠١٨,٩	٣٠,٠٩	٧٦,٤٣	١,٠٠٦	١٤,٧٨

(١) المصدر: Howard, J. Critchfield, 1966, "General Climatology" p. 74.

ومن (الجدول رقم ٤-١٢) يتضح:

- ١- أن كثافة الهواء حسب سجلات مطار الدوحة الدولي تقترب من القيم المعيارية في شهري مارس وأكتوبر، حيث سجلت (٩) حالات في مارس، أي ما يعادل (٩,٤٢٪) من المدة، كانت فيها قيم الضغط تتفق والقيم المعيارية (٢,١٣, ١٠ مليبار، ٧٦ سم/رئبق، ٢٩,٩٢ بوصة، ١ جو، ١٤,٧ رطل) وسجلت في شهر أكتوبر (١١) حالة، أي أن نسبة (٤,٥٢٪) من المدة تساوت فيها القيم تقريبا مع القيم المعيارية.
- ٢- يتبين أن المتوسط الشهري لمقدار الضغط الجوي في الدوحة لا يزيد في شهر يناير وهو أبرد الشهور على (١٠, ٣٠) بوصة ولا يقل عن (٤٦, ٢٩) بوصة.
- ٣- من الواضح أن (٧,٤١٪) من المدة (المدة ١٢ شهرا) يزيد فيها مقدار الضغط الجوي على الرقم الجوي (١).
- ٤- يتبين أن بعض قيم المتوسطات اليومية في شهري يناير وديسمبر يزيد فيها متوسط الضغط على (١٨, ٣٠) بوصة، في حين قد يصل بعضها إلى (٤١, ٢٩) بوصة كما حدث في يوليو ١٩٨٨.

التوزيع الأفقي للضغط الجوي:

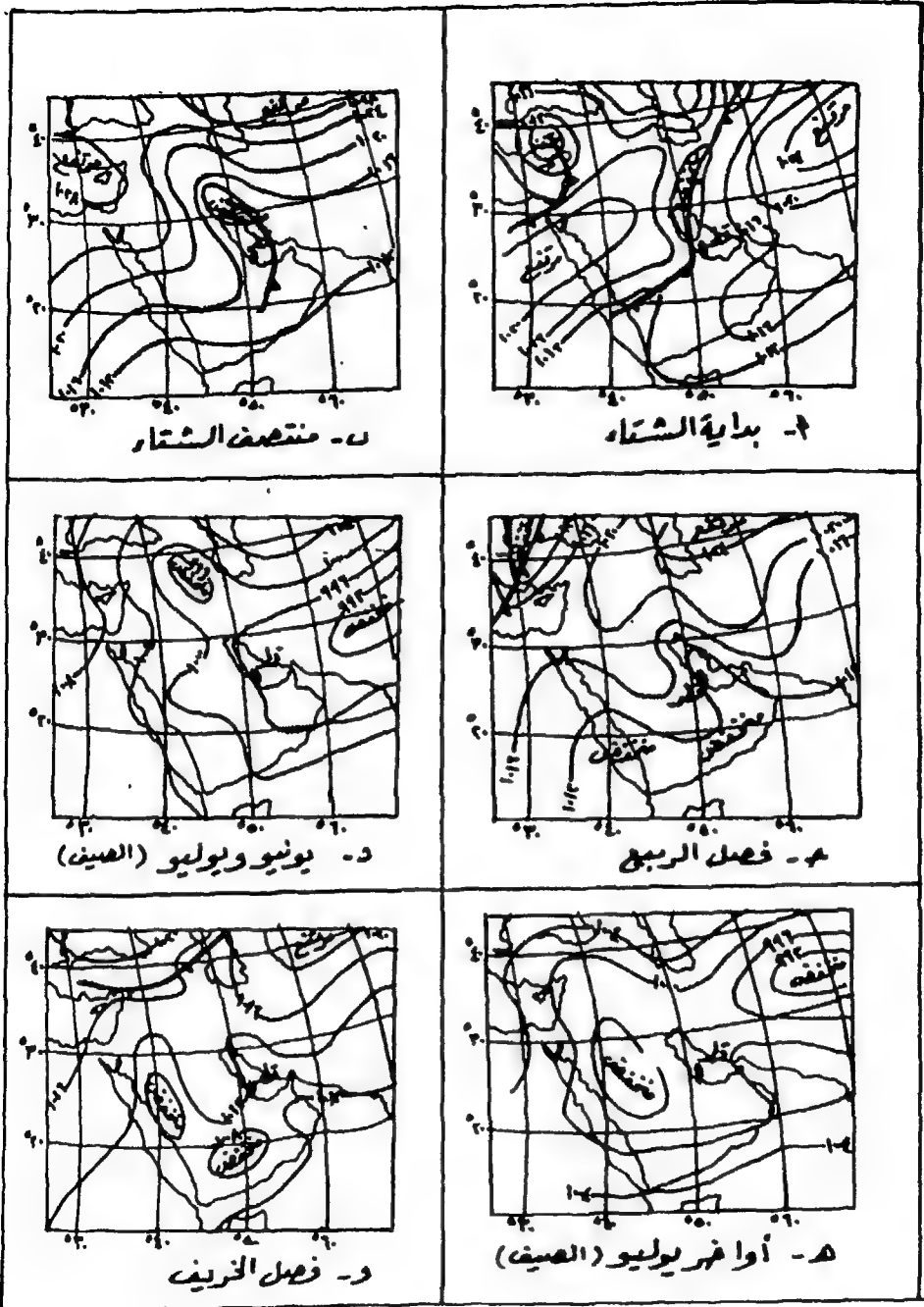
بعد أن عرضنا لحالة الضغط الجوي من واقع سجلات مطار الدوحة، نتعرف على توزيع الضغط الجوي على فصول السنة، ليس في قطر فحسب، بل نتطرق لمنطقة الخليج والجزيرة العربية نظرا للتشابه الكبير في توزيع نطاقات الضغط الجوي.

في فصل الشتاء:

تخضع قطر ومنطقة الخليج العربي والجزيرة العربية في فصل الشتاء لتأثير نطاقين من الضغط الجوي المرتفع، يمتد الأول وهو الضغط المرتفع السيبيري: فوق وسط آسيا شرقا، وقد يقترب من منطقة الخليج العربي، ويتمركز الثاني وهو الضغط المرتفع الأزوري حول جزر الأزور في المحيط الأطلسي، ويمتد شرقا ليشمل معظم شمال أفريقيا والبحر الأحمر، وقد يلتحم بالمرتفع السيبيري ليُكوّنَا معا نطاقا واحدا من الضغط المرتفع (الشكل رقم ٤-١٨، ب)، وربما تسمح الظروف الطبيعية في الشتاء بظهور مرتفع ثانوي فوق شبه الجزيرة العربية، ومن هذه الظروف: الانخفاض السريع لدرجات الحرارة إذا ما قورنت بحرارة مياه البحار المجاورة. كما يتطور فوق منطقة الخليج العربي ضغط منخفض جزئي يغطي النصف الشمالي منه؛ وذلك لارتفاع درجة حرارة مياهه عما جاورها من اليابس، إضافة إلى نطاقات الضغط المرتفع السابقة، يتمركز نطاق من الضغط المنخفض فوق بحر العرب والمحيط الهندي، وذلك جنوب القارة الآسيوية يطلق عليه الركود الاستوائي Doldrum.

في فصل الربيع:

وهو فصل انتقالي، قد يحتفظ بخصائص الضغوط التي كانت سائدة في فصل الشتاء، فالمرتفع الجوي السيبيري يتحول بسبب تزايد درجات الحرارة فوق اليابس إلى خلايا صغيرة من الضغط المرتفع، كما يبدأ ضغط جوي منخفض في الظهور على هيئة خلايا منفصلة فوق الأجزاء الجنوبية من شبه الجزيرة والخليج العربي وشمال غرب الهند (خريطة رقم ٤-٨ج)، ومن الجدير بالملاحظة أن أهم المنخفضات الجوية ما ينشأ في هذا الفصل فوق شبه الجزيرة العربية، فإذا اتحدت مع المنخفضات القادمة من المتوسط فإن أنماطا معقدة من الضغط الجوي تظهر في المنطقة نتيجة ذلك.



شكل رقم (٤-٨)

مناطق توزيع نطاقات الضغط الجوي على فصول السنة

في فصل الصيف:

تعرض قطر ومنطقة الخليج العربي في نهاية شهر مايو (شكل رقم ٤-٨، هـ) للتسخين الشديد نظرا لطول فترة النهار وتزايد الإشعاع الشمسي، وبذلك تتحكم في اتجاهات الرياح نطاقات من الضغط الجوي المنخفض تتمركز فوق جنوب آسيا، وتغطي كلا من شمال غرب الهند وباكستان وإيران، وقد يتسع كثيرا ليشمل شبه الجزيرة العربية حتى البحر الأحمر وأجزاء من العراق وبلاد الشام وسواحل البحر المتوسط.

ومع ارتفاع درجات الحرارة في أواخر شهر يوليو ينقسم هذا النطاق إلى قسمين للضغط الجوي المنخفض، يتمركز أحد هذه الأقسام فوق شمال غرب الهند (إلى الشرق من الخليج)، ويتشكل الآخر فوق وسط شبه جزيرة العرب. وقد ينشأ مرتفع جوي يمتد من بحر قزوين ليغطي الهضبة الإيرانية وأجزاء من الخليج العربي وخاصة الشمالية منه، ومن المحتمل أن يعود المنخفض الموسمي في أغسطس وأوائل سبتمبر على فترات متقطعة (عبد الملك كليب، مناخ الخليج، ص ٣٨).

في فصل الخريف:

يتبدل الوضع في فصل الخريف، حيث يأخذ الضغط المنخفض الموسمي بالضعف والانكماش والتفكك إلى خلايا صغيرة، يتمركز فوق جنوب وغرب شبه جزيرة العرب (خريطة رقم ٤-٨ و)، متفقا مع النظام الحراري السائد في هذا الفصل، وتنشأ مع قدوم فصل الخريف ضغوط مرتفعة فوق وسط آسيا وشرق أوروبا، حيث تتسع وتمتد نحو الجنوب لتضع الخليج العربي في مجال المنخفضات الجوية التي يبدأ تأثيرها في بداية شهر نوفمبر تقريبا.

(ب) الرياح:

نظرا لطبيعة توزيع نطاقات الضغط الجوي فوق قطر ومنطقة الخليج والجزيرة العربية، فإن الرياح التي تهب على قطر تعكس الخصائص المتشابهة والصفات المكتسبة لها، وفيما يلي دراسة لأنواع الرياح مصنفة حسب فصول السنة:

في فصل الشتاء:

تهب على قطر في الغالب رياح شمالية أو شمالية غربية، وقد تتعرض لهبوب رياح شرقية أو جنوبية شرقية، وتتميز رياح الشتاء بخصائص يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-١٣)

المتوسطات الشهرية والمعدل السنوي لسرعة الرياح

في مواقع رصد مختارة عقدة/ الساعة (*)

الشهر الموقع	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	المتوسط سنوي
الدوحة	٨,٦	٩,١	٩,٤	٩,١	٩,٧	١٠,٦	٨,٦	٨,٥	٦,٨	٧,٢	٧,٨	٨,٣	٨,٧
روضة الفرس	٢,٢	٢,٤	٢,٥	٦,٢	٣,٠	٣,٧	٢,٨	٢,٧	١,٩	١,٩	١,٨	٢,١	٢,٥
العطورية	٥,٦	٦,٤	٦,٤	٦,٠	٧,٠	٨,٢	٦,٧	٦,١	٤,٤	٤,٥	٤,٧	٥,٥	٦,٠
أبو سمرة	٥,٨	٦,٣	٦,٢	٦,٠	٥,٩	٦,٣	٥,٠	٥,١	٤,٤	٤,٤	٥,٢	٥,٧	٥,٥

(*) العقدة = ١,٨٥ كم/ الساعة.

من (الجدول رقم ٤-١٣) و(الجدول الملحق رقم ٤-٢) يتبين التالي:

١- يتراوح المتوسط الشهري لسرعة الرياح في الدوحة للفترة (١٩٧٤-١٩٩٣) بين (٨,٣) عقدة/ الساعة في شهر ديسمبر، (٨,٦) عقدة/ الساعة في شهر يناير؛ بينما تزداد قليلا في فبراير، فتبلغ (٩,١) عقدة/ الساعة، أما في مواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبو سمرة فقد بلغ المتوسط (٢,٢)، (٥,٨، ٥,٩) عقدة/ الساعة على التوالي للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢).

٢- الرياح التي تندفع من أواسط آسيا باتجاه الخليج والجزيرة العربية في فصل الشتاء تكون قطبية قارية، وما دامت قادمة من هذه المناطق فمن المتوقع أن يكون اتجاهها شمالية شرقية، إلا أن امتداد جبال زاغروس - الواقعة إلى الشرق من حوض الخليج العربي - على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، واتخاذ شبه جزيرة العرب نفس الاتجاه، جعل منها رياحا شمالية غربية.

٣- يلاحظ أن تكرارات الرياح الشمالية الغربية تتراوح في الدوحة ما بين (٨,٣٨٪ و ٩,٧٤٪)، أما الرياح الشمالية فتبلغ بين (٩,٨٪ و ١١٪)، وتعمل هذه الرياح على خفض درجات الحرارة التي قد تصل في بعض ليالي شهر يناير إلى أقل من (٥) درجات مئوية.

٤- قد تتعرض قطر ومنطقة الخليج العربي لرياح شديدة السرعة تصل إلى (٢٥) عقدة/ الساعة، ترتفع هذه القيمة ما بين (٣٥-٤٥) عقدة/ الساعة إذا كانت الرياح الشمالية الغربية في صحبة المنخفضات الجوية، وخاصة الرعدية منها، ومن الجدير بالملاحظة أن تحرك المنخفضات الجوية باتجاه الشرق يؤدي إلى اندفاع تيارات هوائية في مقدمة المنخفض يكون اتجاهها جنوبية شرقية بحرية دفيئة قادمة من المحيط الهندي، سرعان ما تتحول إلى شمالية غربية بعد اكتمال الإعصار Occlusion.

٥- يبدو أن تكرارات الرياح الشرقية في الدوحة (فبراير) لا تزيد على (٤, ٦٪)، في حين تتراوح تكرارات الرياح الجنوبية الشرقية بين (٤, ١٣٪ - ١٧٪)، هي رياح معتدلة في سرعتها قد تصل إلى (٥) عقدة/ الساعة، وما يميز هذه الرياح أنها تؤدي إلى تشكل الضباب في مدينة الدوحة بحكم ارتفاع الرطوبة في الهواء القادم من البحر من ناحية، واحتكاكه عند مروره على اليابسة بسطح أكثر برودة من ناحية ثانية.

في فصل الربيع:

يستمر هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية على قطر ومن خصائصها:

١- يبلغ المتوسط الشهري ل سرعة الرياح الشمالية الغربية في موقع رصد الدوحة (٩, ٤) عقدة/ الساعة في مارس، (٩, ١) عقدة/ الساعة في أبريل، تقل سرعة هذه الرياح حسب تسجيلات موقعي العطورية وأبو سمرة، فتتراوح بين (٦, ٤-٦) عقدة/ الساعة، أما في موقع رصد روضة الفرس، فيبدو أن الرياح الشمالية هي السائدة في فصل الربيع، إذ يبلغ معدل سرعتها في مارس وأبريل بين (٢, ٥-٢, ٦) عقدة/ الساعة (راجع الجدول رقم ٤-١٣).

٢- يلاحظ من سجلات مطار الدوحة أن نسبة حدوث الرياح الشمالية الغربية في الربيع أقل مما درجت عليه في الشتاء، إذ تتراوح بين (١, ٣٢٪ - ٢٦٪) في شهري مارس وإبريل، في حين تفوقت الرياح الشمالية في هذين الشهرين عن أشهر الشتاء، فسجلت نسباً تراوحت بين (١, ١٣٪ و ٦, ١٦٪) على التوالي.

٣- يتبين في هذا الفصل مدى ارتفاع نسبة حدوث الرياح الشمالية الشرقية والشرقية في موقع رصد الدوحة عن شهور فصل الشتاء، إذ بلغت بالنسبة

للأولى بين (١٥,٦٪ و ١٦,٤٪) في شهري مارس وإبريل، بينما سجلت بالنسبة للثانية (٨,٤٪ و ٧,٦٪) على التوالي.

٤- يبدو أن ارتفاع درجات الحرارة التي قد تصل في شهر أبريل إلى أكثر من (٤٠) م أحيانا من مؤشرات ارتفاع نسبة هبوب الرياح الجنوبية الغربية التي بلغت تكراراتها (٧,٢٪) مقارنة بتكرارات شهر مارس التي بلغت (٥,٢٪).

٥- تنشط في هذا الفصل الجبهات الهوائية، حيث يتشكل منخفض جوي إلى الشمال الغربي من حوض الخليج العربي وفوق شبه جزيرة العرب، فإذا تفاعل مع المنخفض الجوي لشرق المتوسط، تكون الرياح الشمالية الغربية المصاحبة له قوية، والأمطار غزيرة، ويتميز الجو بعدم الاستقرار، ويزداد هبوب العواصف الترابية المصاحبة في كثير من الأحيان للجبهات الجافة الباردة.

في فصل الصيف:

نظرا لهيمنة واتساع المنخفض الجوي المتمركز فوق شمال غرب الهند، تسود المنطقة في هذا الفصل رياح لها خصائص متميزة نوردتها في التالي:

١- تسيطر الرياح الشمالية الغربية في بدايته (مايو ويونيو)، إذ تتراوح نسبة حدوثها بين (٣١,٤٪ و ٤٤,٢٪)، وتبلغ سرعتها بين (٩,٧ و ١٠,٦) عقدة/الساعة على التوالي، وفي نهاية الفصل (سبتمبر) تنخفض نسبة تكراراتها فتبلغ حوالي (١٨,٨٪)، وتقل سرعتها التي لا تزيد على (٦,٨) عقدة/الساعة.

٢- تزداد نسبة حدوث الرياح الشمالية لتصل إلى أوج تكراراتها في شهر مايو فتبلغ (١٩,٣٪)، ثم تتناقص النسبة خلال بقية أشهر الصيف بمعدل يبلغ (١,٢٪)، كما يلاحظ أن نسبة هبوب الرياح الشرقية والشمالية الشرقية تأخذ في التزايد كلما اقتربنا من نهاية فصل الصيف مع بعض التجاوزات التي تحدث في شهر يوليو لكلا الاتجاهين، فالرياح الشرقية تبلغ نسبتها في مايو (٥,٥٪)، تنضاعف نسبتها في سبتمبر لتصل إلى (١١,١٪)، أما الرياح الشمالية الشرقية التي تبلغ نسبة هبوبها في مايو (١٨٪) تصل حوالي (٢٤,٧٪) في شهر سبتمبر.

لعل هذه الخصائص (التزايد) تفسر لنا مدى التغير الذي يحدث لنطاقات الضغط الجوي في هذا الفصل، فمع ضعف المنخفض الموسمي، يتطور مرتفع جوي فوق بحر قزوين ليشمل الهضبة الإيرانية وأجزاء من حوض الخليج العربي، فيتسبب في هبوب رياح شرقية أو شمالية شرقية على قطر، أما الرياح الجنوبية فيبدو أنها تضعف وبشكل ملحوظ في شهر يونيو حيث لا تزيد نسبة هبوبها على (٧, ٠٪).

٣- في النصف الثاني من فصل الصيف وخاصة في أشهر يوليو وأغسطس وسبتمبر تزايد نسبة الرياح الساكنة من (٩, ٣٪) إلى (٥, ٥٪)، ولهذا تتأثر قطر بالمؤثرات المحلية، خاصة ما ينجم عن التفاوت في درجات الحرارة بين اليابس ومياه الخليج المجاورة، فينشط ما يعرف بنسيم البر والبحر ابتداء من النصف الثاني لشهر يوليو مع التزايد الملحوظ في نسبة الرياح الساكنة، كما ترتفع نسبة الرطوبة الجوية في هذه الفترة يصاحبها ارتفاع في درجات الحرارة مما يجعل الجو مرهقا إلى حد كبير.

في فصل الخريف:

نتيجة لضعف المنخفض الموسمي وتفككه، وحركة الشمس الظاهرية وابتعادها لتتعامد على مدار الجدي، فإن المرتفع الجوي فوق قارة آسيا يبدأ في التشكل، الأمر الذي يؤدي إلى رحضة نطاقات الضغط المنخفض نحو الجنوب فوق المحيط الهندي، وذلك لدفع مياهه مقارنة باليابس المجاور، ولهذا تتباين الرياح نوعا وتوزيعا واتجاها وسرعة خلال هذا الفصل، فمن خصائصه:

١- مع استمرار سيطرة الرياح الشمالية الغربية والشمالية والشمالية الشرقية، تنشط الرياح الجنوبية الشرقية بشكل واضح، حيث تبلغ نسبة هبوبها في شهري أكتوبر ونوفمبر (٧, ١١٪، ٢, ١١٪) على التوالي.

٢- يتراوح المتوسط الشهري لسرعة الرياح بين (٢, ٧ و ٨, ٧) عقدة/الساعة حسب سجلات مطار الدوحة الدولي، وبين (٩, ١ و ٨, ١) عقدة/الساعة في موقع رصد روضة الفرس، وبين (٤, ٤ و ٢, ٥) عقدة/الساعة في موقعي أبوسمرة والعطورية.

٣- يلاحظ أن نسبة حدوث الرياح الشمالية تنخفض إلى (١, ٢٤٪) في شهر أكتوبر مقارنة بما كانت عليه في أشهر الصيف، إلا أنها تستعيد نشاطها في

شهر نوفمبر لتصل إلى (٣٦,٥٪)، وهناك تزايد طفيف في نسبة هبوب الرياح الجنوبية، حيث تتراوح بين (٣٪ و ٣,٢٪)، هذه الزيادات التي طرأت تكون على حساب الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية.

٤- يظهر مع ثبات نسبة الرياح الساكنة في أكتوبر تأثير نسيمي البر والبحر حيث يرتبط تكرار حدوثهما بتزايد عدد أيام ظهور الضباب.

بعد هذا العرض عن أنواع الرياح وخصائصها في قطر بصفة عامة، نحاول دراسة الرياح بشيء من التفصيل في مدينة الدوحة؛ نظرا لتوافر البيانات التي تشرف على تسجيلها وتعدّها إدارة الأرصاد الجوية، حيث تتفاوت فترة التسجيل الخاصة بمفردات الرياح حسب التالي:

* فترة تسجيل المتوسط اليومي والشهري لسرعة الرياح (١٩٧٤-١٩٩٤).

* فترة تسجيل اتجاه الرياح مقابل سرعتها (١٩٧٦-١٩٩٤).

* فترة تسجيل عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة وتمتد من (١٩٦٢-١٩٩٤).

* فترة تسجيل العواصف الرملية (١٩٦٢-١٩٩٤).

وفيما يلي دراسة لمفردات الرياح وخصائصها في الدوحة:

أولاً: المتوسط اليومي لسرعة الرياح؛

من (الجدول الملحق رقم ٤-٣) نستخلص التالي:

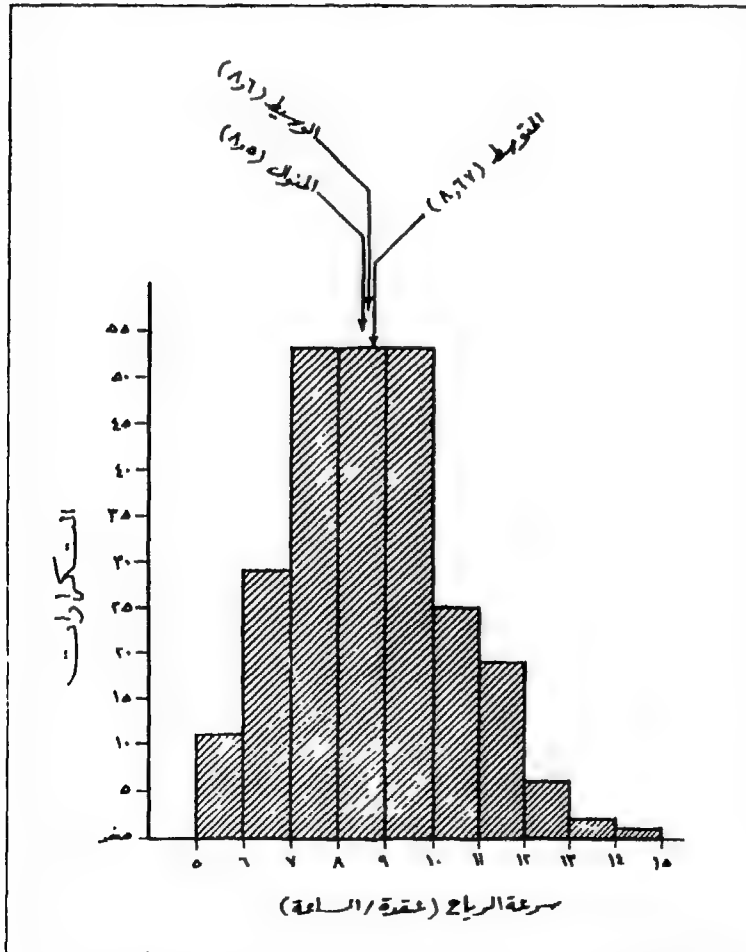
١- يتبين أن أعلى متوسط يومي لسرعة الرياح تمثّل في شهر يونيو من عام ١٩٧٥، حيث بلغت القيمة (١٤,٥) عقدة/ الساعة، بينما بلغ أدنى متوسط يومي لسرعة الرياح (٥,١) عقدة/ الساعة في نوفمبر (١٩٧٩).

٢- رغم أن المتوسط اليومي لسرعة الرياح لا يبدي تدرجا في الزيادة أو العكس، وإنما يتفاوت من شهر إلى آخر تفاوته من سنة إلى أخرى، فنلاحظ أن المتوسط اليومي لسرعة الرياح في شهر فبراير - مثلاً - يبلغ على مدى فترة التسجيل بين (٧,٤ و ١١,٤) عقدة/ الساعة، في حين يتراوح هذا المتوسط في شهر نوفمبر بين (٥,١ و ١٢,٢) عقدة/ الساعة، وأن عام ١٩٧٤ بغض النظر عن أي شهر أظهر تزيّدا في المتوسط اليومي لسرعة الرياح تراوحت بين (٧,٦-١٣,٧) عقدة/ الساعة، انعكس في مجمله على تزايد المتوسط

السنوي، بينما سجلت الأرصاد في عام ١٩٩٣ أدنى المتوسطات اليومية لسرعة الرياح (٦، ٥، ٨، ٩) عقدة/الساعة.

٣- نلاحظ من الجدول الملحق نوعاً من التزايد النسبي في المتوسط اليومي لسرعة الرياح، ولكنه ليس تزايداً رتيباً - كما ذكرنا - ويتمثل هذا التزايد في نهاية فصل الخريف ويستمر حتى شهرين من فصل الصيف.

٤- من خلال توزيع المتوسط اليومي لسرعة الرياح إلى فئات، وتوقعه بيانياً في مدرج تكراري (شكل رقم ٩-٤)، لاحظنا أن مقاييس النزعة المركزية تتركز



شكل رقم (٩-٤)
المدرج التكراري للمتوسط اليومي لسرعة الرياح في الدرجة
للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

في فئة السرعة بين (٨ و ٩) عقدة/الساعة، ومن ترتيبها يتضح أن منحني التوزيع موجب الالتواء Positive Skewness، أي أنه غير متكافئ على الجانبين، وأن المقاييس الثلاثة لا تتفق في قيمها، ويبدو أن تركز السرعة ينحصر في الفئات بين (٧ و ١٠) عقدة/ الساعة، حيث تشكل ما نسبته (٦٣,٠ ٪)، ومن هذه الفئات تتناقص السرعة على الجانبين بشكل حاد، إلا أن التناقص يغدو تدريجياً في الفئات العليا (١٢-١٣)، (١٣-١٤) عقدة/ الساعة.

ثانياً: المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجة الرياح:

لدراسة سرعة الرياح واتجاهاتها وتوزيعاتها الشهرية والسنوية، اعتمدنا مجموعة من الجداول نوردتها على النحو التالي:

* الجدول الملحق (رقم ٤-٢) يمثل المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح وسرعتها في مدينة الدوحة، ومن بياناته الشهرية رسمنا ورده الرياح المثمنة (شكل رقم ٤-١١)، ثم استخلصنا المعدلات السنوية لعدد مرات هبوب الرياح واتجاهاتها لرسم ورده رياح بسيطة (شكل رقم ٤-١٠ ب)، أما محصلة الرياح (شكل رقم ٤-١٠ ج) فقد استعنا في استخراجها بالمعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح، والموضحة في الجدول التالي:

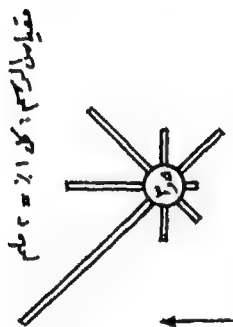
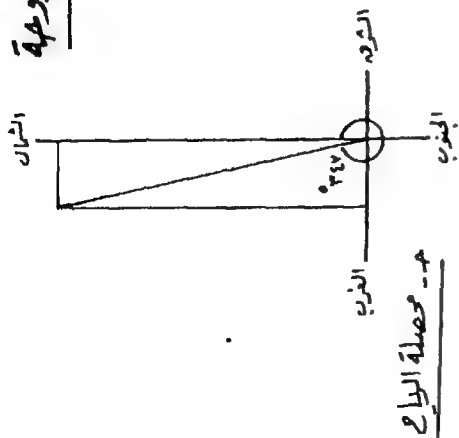
جدول رقم (٤-١٤)

المعدل السنوي لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح في الدوحة

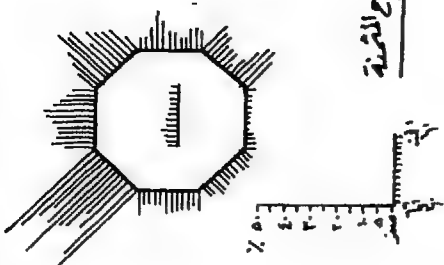
الشمال	الشمالي الشرقي	الشرق	الجنوبي الشرقي	الجنوب	الجنوبي الغربي	الغرب	الشمالي الغربي	الساكن	المجموع
١٤,٢	١٦,١	٦,٦	١١,٢	٢,٥	٥,٧	٧,١	٣٣,١	٣,٥	١٠٠ ٪

* الجدول الملحق (رقم ٤-٣) يشير إلى المتوسطات اليومية والشهرية لسرعة الرياح في الدوحة للفترة (١٩٧٤-١٩٩٤) ومنه تم الحصول على المعدلات السنوية لسرعة الرياح والتي قمنا بتحويلها إلى فئات سرعة لتمثيلها في رسم بياني تخطيطي Diagram (شكل رقم ٤-١٠ د).

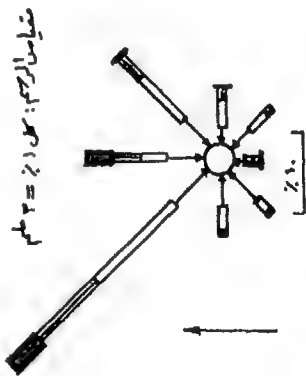
درجات الرياح ومحصلتها والرسم البياني التخليطي للمتوسط السنوي لسرعة الرياح في الدوحة



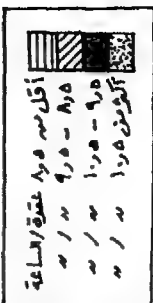
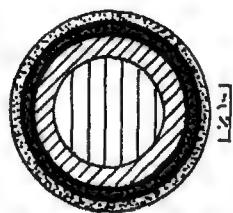
ب- ورقة رياح بسيطة



ج- ورقة الرياح الثمينة



د- ورقة رياح مركبة حسب فئات السرعة



هـ- رسم بياني تخليطي للمتوسط السنوي لسرعة الرياح

شكل رقم (ع-١٠)

* الجدول الملحق (٤-٤) يوضح توزيع معدل سرعة الرياح واتجاهاتها في مدينة الدوحة حسب الفئات، ومنه تم رسم وردة الرياح المركبة (رقم ٤-١٠هـ) Compound Wind Rose. ومن هذه الأشكال نتعرف على الخصائص التالية:

١- تعتبر الرياح الشمالية الغربية - تأكيداً لما سبق - الرياح السائدة في قطر، وهذا ما تعبر عنه محصلة الرياح (شكل رقم ٤-١٠ج)، حيث بلغت قيمتها (٣٤٧).

٢- تأتي الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية حسب تكرارات هبوبها في المرتبة الثانية بعد الرياح الشمالية الغربية السائدة (شكل رقم ٤-١٠أ، ب)، بينما تشير وردات الرياح إلى أن الرياح الجنوبية أقلها على الإطلاق، تسبقها في سلم التكرارات الرياح الجنوبية الغربية.

٣- يلاحظ من وردة الرياح المثلثة (شكل رقم ٤-١٠أ) أن نسب هبوب الرياح تتفاوت من شهر إلى آخر تفاوتها من جهة إلى أخرى، فالرياح الشمالية الغربية تتزايد تكرارات هبوبها بشكل ملحوظ في أشهر يناير ويونيو وديسمبر، وقد تضيف إليها تكرارات شهري فبراير ونوفمبر، في حين أنها تميل إلى السكون والثبات نوعاً ما في سبتمبر، حيث تتناقص تكرارات هبوبها، أما الرياح الشمالية الشرقية فتتنشط كما يبدو في أشهر الصيف الأخيرة (يوليو، أغسطس وسبتمبر) نتيجة تطور مرتفع جوي فوق بحر قزوين وهضبة إيران - كما أسلفنا - والذي تصل مؤثراته إلى مشارف الخليج العربي، في حين تضعف هذه الرياح شتاءً، وخاصة في ديسمبر ويناير بسبب امتداد جبال راجروس محورياً إلى الشرق من الخليج العربي.

وعلى النقيض من ذلك، فإن الرياح الجنوبية الشرقية تتزايد نسب هبوبها وتنشط في فصل الشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير) وفي الربيع (مارس وأبريل) وفي الخريف (أكتوبر ونوفمبر) بينما تقل فاعليتها وتتناقص تكرارات هبوبها في فصل الصيف إلى درجة أنها قد تصبح ساكنة تقريباً في شهر يونيو، وهو أمر طبيعي ما دامت الرياح الجنوبية الشرقية تهب في مقدمة المنخفضات المتوسطية شتاءً، ويزداد هبوبها في فصل الربيع نتيجة تقلص هيمنة الرياح الشمالية الغربية مع تفكك نطاقات الضغط المرتفع السيبيري (وسط آسيا) وتحوله إلى خلايا مبعثرة.

٤- تتفاوت سرعة الرياح في الجهة الواحدة تفاوتها في مختلف الجهات، فالرياح الشمالية الغربية والشمالية (شكل رقم ٤-١٠هـ) تتمثل فيها جميع فئات السرعة بشكل واضح، في حين تكون الفئة الرابعة (أكثر من ١٥ عقدة/الساعة) في كل من الرياح الشمالية الشرقية والشرقية ضئيلة، بينما تختفي في كل من الرياح الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية والغربية.

٥- من الملاحظ أن الفئة الأولى (أقل من ٥ عقدة/الساعة) تهيمن على الرياح الجنوبية الغربية بنسبة (٣,٥٪)، وتَرْجَحُ نسبتها في الرياح الشمالية (٧,٤٪)، والجنوبية الشرقية (٧,٣٪)، أما الفئة الثانية (٥-١٠) عقدة/الساعة فتسيطر على كل من الرياح الشمالية الغربية (١٣٪) والرياح الشمالية الشرقية (٨٪).

٦- تشكل الفئة التي تزيد سرعتها على (١٥) عقدة/الساعة نسبة واضحة في الرياح الشمالية الغربية والشمالية، حيث تتراوح بين (٥٪، ٣٪) على التوالي، وتفسر لنا هذه الخصائص حسب مقياس بيوفورت Beaufort أن قطر تتعرض لرياح تتراوح درجاتها بين نسيم خفيف إلى نسيم معتدل Moderate، وقد تستقبل نسيمًا عليلًا Fresh في بعض الأحيان.

٧- (الشكل ٤-١٠د) الممثل للمعدل السنوي العام لسرعة الرياح، يبين أن فئة السرعة أقل من (٥,٨) عقدة/الساعة تشكل (٩,٦١٪) للفترة (١٩٧٤-١٩٩٤)، في حين لا تمثل فئة السرعة التي تزيد على (٥,١٠) عقدة/الساعة سوى (٨,٤٪)، ويبدو أن الفئة الثانية التي تتراوح فيها سرعة الرياح بين أكثر من (٥,٨) وأقل من (٥,٩) عقدة/الساعة تشغل ربع التكرارات، أي حوالي (٨,٢٣٪)، لذا فإن أنواع الرياح التي تهب على قطر تتمثل في رياح تتراوح بين نسيم خفيف Slight Breeze، ونسيم هادئ Gentle Breeze.

ثالثاً: خصائص الرياح التي تزيد سرعتها على ٢٠ عقدة/الساعة:

١- يبلغ معدل عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/الساعة في شهر يونيو حوالي (٧,١١) يوماً للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، في حين لم يزد معدلها في شهر سبتمبر على (٩,١) يوماً، هذه الخصائص تعكس من جانب قوة المنخفض المتمركز على شمال غرب الهند في شهر يونيو، وهي رياح تثير

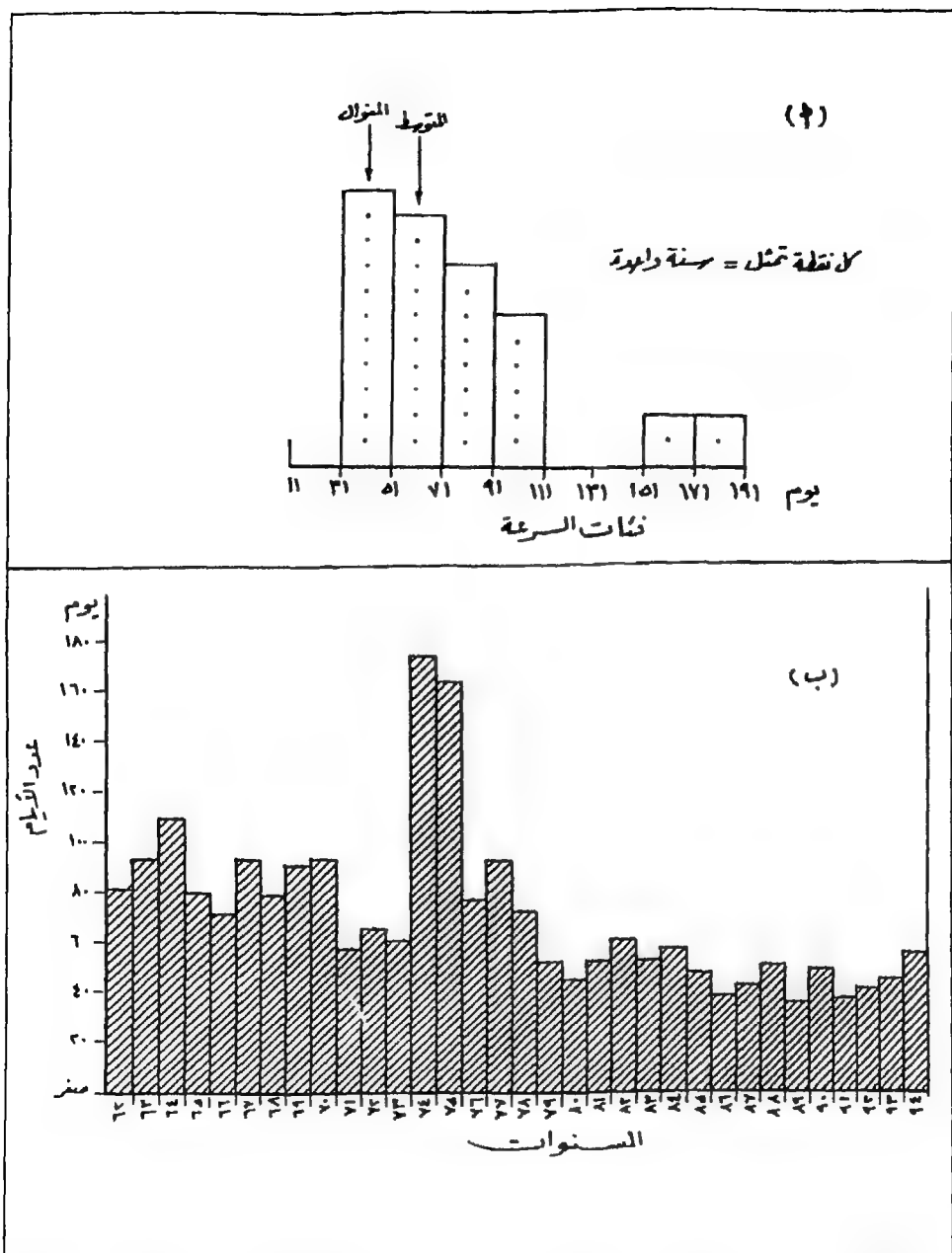
كثيرا من الغبار والعواصف الترابية، وتظهر من جانب آخر وخاصة في شهر
سبتمبر خضوع المنطقة للمؤثرات المحلية كالتفاوت في درجة الحرارة، مما ينجم
عنه حدوث ظاهرة نسيمي البر والبحر.

٢- يلاحظ أن معدل عدد الأيام في شهر مارس للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) بلغ
(٨,٧) يوما، ويرتبط هذا المعدل بالجبهات الباردة النشطة أو العواصف
الرعدية التي تتعرض لها قطر، وخاصة أن بعض المنخفضات -كما أوضحنا-
تشكل فوق شبه جزيرة العرب، وياتحادها مع تلك القادمة من المتوسط يكون
لها تأثير كبير، وتصحبها رياح قوية، وقد تحدث في شهر مايو الذي بلغ
معدل عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح أثناءه على (٢٠) عقدة/ الساعة
حوالي (٨,٧) يوما كذلك.

٣- يتضح من (شكل رقم ٤-١١) أن قطر شهدت خلال عشر سنوات، (٣٠٪)
من المدة حوالي (٤٢٧) يوما من الرياح التي تزيد سرعتها على (٢٠)
عقدة/ الساعة، بمعدل سنوي (٤٢,٧) يوما، بيد أنها تعرضت خلال عامين
أي (٦٪ من المدة) فقط لحوالي (٣٣٦) يوما من هذه الرياح، وهذا يعني أن
(٣٠٪) من المدة تمثلها فئة الأيام التي تتراوح بين (٣١ و ٥١) يوما، وأن
(٦٪) من المدة تمثلها فئة الأيام التي تتراوح ما بين (١٥١ و ١٩١) يوما.

٤- يتبين من استعراض (شكل ٤-١١ب) وجود حالتين متطرفتين (شاذتين)،
حدثت الحالة الأولى عام ١٩٧٤، والثانية في عام ١٩٧٥، حيث تشكلان معا
(١٤,٦٪) من مجموع عدد الأيام التي تعرضت فيها قطر للرياح التي تزيد
سرعتها على (٢٠) عقدة/ الساعة على مدى (٣٣) عاما، تتزايد هذه النسبة
مقارنة بعدد أيام السنة نفسها، فتتراوح ما بين (٤٧,٤٪ و ٤٤,٧٪) على
التوالي، أما في عام ١٩٦٤ فقد تعرضت قطر خلاله لمثل هذه الرياح إلى
(١٠٩) أيام، انخفضت إلى نسبة (٣٢٪) في عام ١٩٨٩م.

وفي محاولة للتعرف على الاتجاهات العامة لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة
الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، استخدمنا المتوسطات المتحركة كل خمس سنوات
للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، ثم قسمنا هذه الفترة إلى قسمين: الأول: من
١٩٦٢-١٩٧٧، والثاني بين ١٩٧٨ و ١٩٩٤، والنتائج نرصدها كالتالي:



شكل رقم (٤-١١)

المدى التكراري ومدى عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/الساعة
(موقع رصد الدوحة) للفترة ١٩٩٤ - ١٩٦٢



جدول رقم (٤-١٥)

الخصائص الأساسية لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة

الفترة	المعدل السنوي لعدد الأيام	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير	درجة التغير B	قيمة ت	المدة (سنة)
٦٢-٩٤	٦٩,٦٧	٣١,٦١	٥,٥٠	٤٥,٣٧	١,٩٢٥-	٢,٠٤-	٣٣
٦٢-٧٧	٩٢,٠٦	٣١,٦٢	٧,٩١	٣٤,٣٥	١,٦٦٩+	١,٧٥+	١٦
٧٨-٩٤	٤٨,٥٩	٩,٠٨٢	٢,٢٠	١٨,٦٩	١,٠١٥-	١,٧٤-	١٧

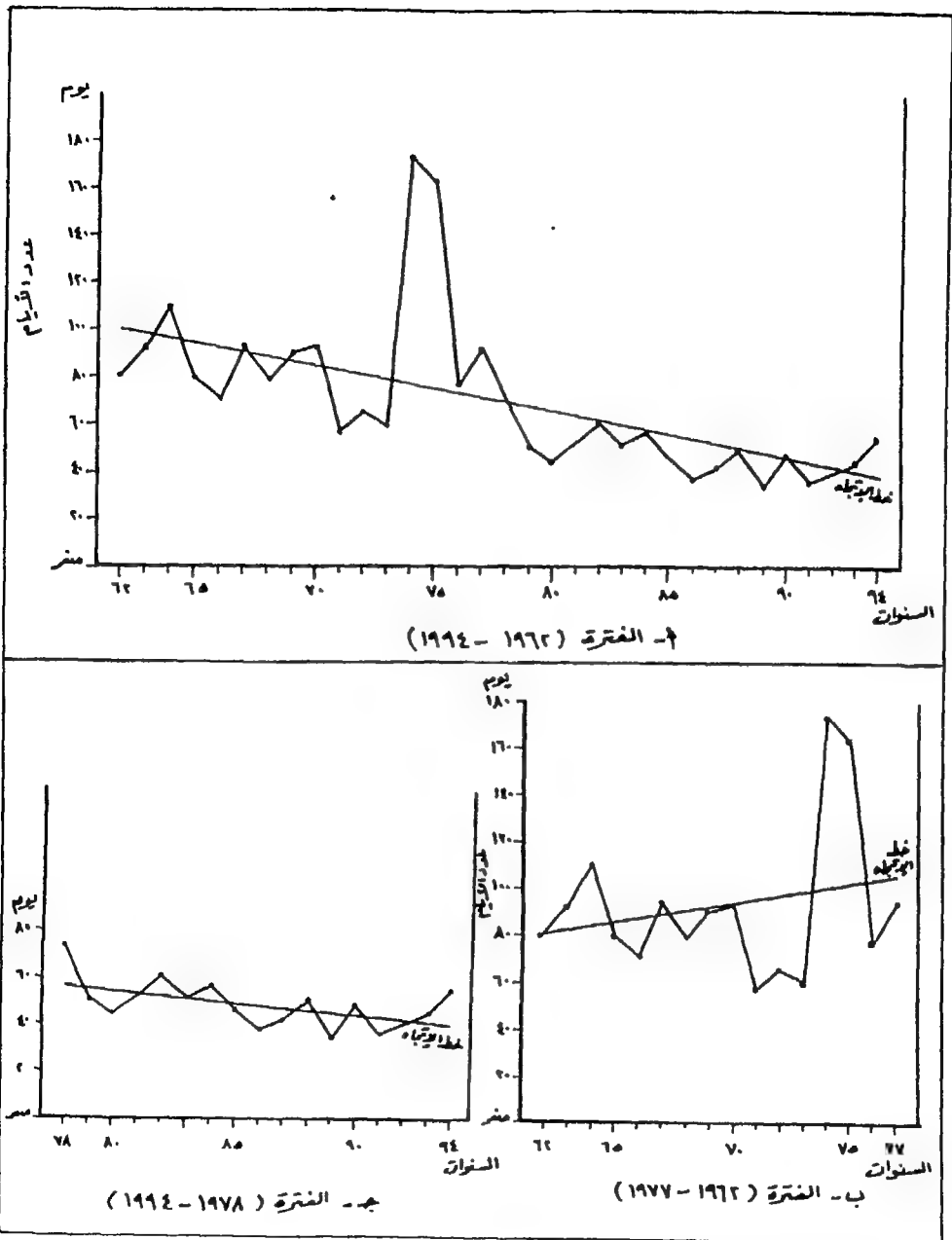
من الجدول السابق رقم (٤-١٥) والشكل رقم (٤-١٢-ج) نقف على التالي:

١- يتضح أن الاتجاه العام (للفترة جميعها) يميل نحو التناقص في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، بدليل درجة التغير التي بلغت قيمتها (-١,٩٢٥)، وبما أن هذه القيمة المحسوبة أكبر من قيمة (ت) النظرية (-٢,٠٤)، فمعنى ذلك أنها لا تقع ضمن منطقة الرفض (الحرجة)، لذا فإن الاتجاه ذو دلالة إحصائية وفق البيانات المعتمدة.

٢- يلاحظ أن الفترة (١٩٦٢-١٩٧٧) تتجه نحو التزايد (شكل رقم ٤-١٢ب) في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة؛ لأن درجة التغير لهذه الفترة بلغت (+١,٦٦٩)، وبما أنها أقل من قيمة (ت) النظرية (+١,٧٥)، فإنها تقع ضمن المنطقة الحرجة، ولذا فليس هناك ما يشير إلى مثل هذا الاتجاه.

٣- يتبين أن الفترة (١٩٧٨-١٩٩٤) تتجه نحو التناقص (شكل رقم ٤-١٢ج) في عدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة، بحكم أن قيمة (ت) الممثلة لدرجة التغير بلغت (-١,٠١٥) أكبر من قيمة (ت) النظرية (-١,٧٤)، ولأن اختبار ستودنت t الذي استخدم، يقوم على المقارنة بين درجة التغير في الاتجاه والخطأ المعياري لها، لذا نقر بأن الاتجاه ذو دلالة معنوية بمستوى (٠,٠٥).

نخلص من هذا العرض إلى أن الاتجاه العام لعدد الأيام التي تزيد فيها سرعة الرياح على (٢٠) عقدة/ الساعة يميل نحو التناقص بصفة عامة، وأن الفترة التي



جَنَحَ فيها الاتِّجَاهُ نحو التَّزَايِدِ في عِدَدِ الأَيَّامِ، إِنَّمَا يَرْتَبِطُ بِحَالَةِ طَارِئَةٍ وَشَاذَةٍ حَدَثَتْ فِي عَامِي ١٩٧٤، ١٩٧٥، وَالَّتِي لَمْ تَتَكَرَّرَ.

العواصف الغبارية أو الرملية: Dust or Sand Storms

يُطْلَقُ عَلَيْهَا مَنَاحِيَا «الزَّوَابِعُ التَّرَائِيَّةُ» (Squalls) (Parry and Chorely, p. 274) وَهِيَ مِنَ الْمَلَامِحِ الْمَنَاحِيَّةِ الَّتِي تَتَمَيَّزُ بِهَا أَقَالِيمُ الصَّحَارِيِّ الْجَافَةِ، وَمِنَ الظَّاهِرَاتِ الْخَطِيرَةِ عَلَى الْمَلَاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ فِي مِيَاهِ الْخَلِيجِ، وَيَبْدُو أَنَّ الزَّوَابِعَ التَّرَائِيَّةَ الَّتِي تَحْدُثُ شِتَاءً، يَرْتَبِطُ هُبُوبُهَا بِوُصُولِ الْجِبْهَاتِ الْبَارِدَةِ لِلْمُنخَفِّضَاتِ الْجَوِيَّةِ، وَتَحْدُثُ مَعْظَمَ فُصُولِ السَّنَةِ، فَفِي فَصْلِ الرَّبِيعِ تَنْشَطُ الْجِبْهَاتُ الْهَوَائِيَّةُ الْبَارِدَةُ الْجَافَةُ الْقَادِمَةُ مِنَ الْجَزِيرَةِ الْعَرَبِيَّةِ، وَغَالِبًا مَا يَصْحَبُهَا الْغُبَارُ، وَتَتَسَبَّبُ أحيانًا فِي حَدُوثِ الْعَوَاصِفِ الرَّعْدِيَّةِ وَخَاصَّةً عِنْدَ الْمَسَاءِ.

وَفِي فَصْلِ الصَّيْفِ يَتَكَرَّرُ هُبُوبُ الزَّوَابِعِ التَّرَائِيَّةِ الْمَصْحُوبَةِ بِعَوَاصِفِ رَمْلِيَّةٍ وَخَاصَّةً فِي شَهْرِي يُونِيُو وَيُولِيُو، بَيْنَمَا يَقِلُّ أَثَرُهَا فِي أَشْهُرِ الْخَرِيفِ وَالشِّتَاءِ، وَمِنَ أَثَارِهَا مَا شَاهَدَهُ الْمُؤَلِّفُ عِنْدَمَا هَبَتْ عَلَى قَطْرِ مَسَاءِ يَوْمِ الْخَمِيسِ ١٩٧٧/٥/٥ السَّاعَةِ السَّادِسَةِ زَوَابِعُ تَرَائِيَّةٍ، كَانَتْ الرِّيحُ خِلَالَهَا شَدِيدَةً وَعَنِيفَةً، مَحْمَلَةٌ بِالْغُبَارِ وَالْأَثَرَةِ فَحَجَبَتْ الرُّؤْيَا حَتَّى لِمَسَافَاتٍ قَصِيرَةٍ جَدًّا، كَمَا أَدَّتْ قُوَّةُ الرِّيحِ إِلَى إِثَارَةِ الْأَمْوَاجِ وَارْتِفَاعِهَا وَطَغْيَانِهَا عَلَى الْمَنَاطِقِ الْمُجَاوِرَةِ، وَخَاصَّةً الطَّرِيقِ السَّاحِلِيِّ لِمَدِينَةِ الدُّوْحَةِ، مِمَّا أَدَّى إِلَى عَرْقَلَةِ حَرَكَةِ الْمُرُورِ وَإِغْلَاقِ الطَّرِيقِ، وَقَدْ اسْتَمَرَّتِ الْأَحْوَالُ الْجَوِيَّةُ مُضْطَرِبَةً لِمُدَّةِ أَرْبَعِ سَاعَاتٍ عَادَ الْجَوُ بَعْدَهَا إِلَى حَالَتِهِ الطَّبِيعِيَّةِ.

فَهَنَّاكَ مَجْمُوعَةٌ عَوَامِلُ تَسَاعِدُ عَلَى إِثَارَةِ الْأَثَرَةِ أَهْمَاهَا:

- * هُبُوبُ الرِّيحِ مِنَ الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ.
- * سُرْعَةُ الرِّيحِ أَثْنَاءَ هُبُوبِهَا، الْأَمْرُ الَّذِي يَعْمَلُ عَلَى إِثَارَةِ الْأَثَرَةِ وَالْغُبَارِ.
- * السَّمَةُ الْمُمِيزَةُ لِقَطْرِ وَالْجَزِيرَةِ الْعَرَبِيَّةِ الْجَفَافِ الشَّدِيدِ وَخَاصَّةً فِي فَصْلِ الصَّيْفِ، مِمَّا يَهَيِّئُ مَنَاحًا مُنَاسِبًا لَتَفَكُّكِ التُّرْبَةِ، فَيُعْطِي الرِّيحَ مَبْرَرًا مُلَائِمًا لِإِثَارَةِ الرَّمَالِ وَحَمْلِ الْأَثَرَةِ النَّاعِمَةِ وَنَقْلِهَا.
- * عَدَمُ تَوَافُرِ الْكِسَاءِ النَّبَاتِيِّ يُسَهِّلُ عَلَى الرِّيحِ حَمْلَ الْأَثَرَةِ وَنَقْلِهَا.



وقطر لا تختلف عن أية دولة خليجية، فجميعها باستثناء جزر البحرين تتعرض لهبوب الزوابع الترايبية، إلا أن دولتي الكويت والإمارات بالمقارنة تنالهما نسبة أكبر، بحكم موقعهما داخل النطاق الصحراوي، فيما عدا الجبهة الشرقية التي تطل منها الكويت على الخليج، والجبهتان الشرقية والشمالية التي تطل منهما دولة الإمارات على خليجي عمان والعربي.

بعد هذا العرض الوصفي السريع للزوابع الترايبية، نحاول تطبيق دراستنا هذه على مدينة الدوحة التي توافرت عنها البيانات المتعلقة بعدد أيام هبوب الزوابع الترايبية، فالبيانات المستخدمة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) تتمثل في:

* عدد أيام هبوب الزوابع الترايبية موزعة طيلة الفترة على أشهر السنة.

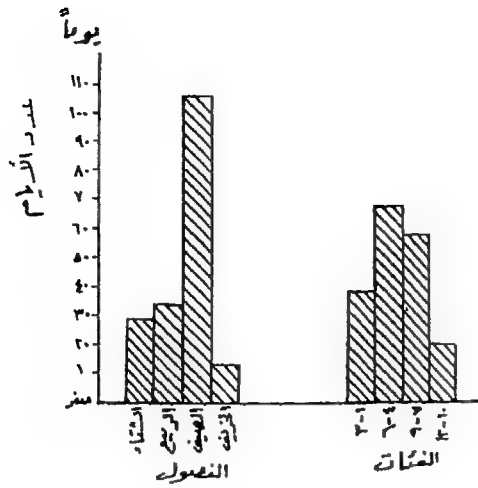
* المتوسط الشهري لعدد أيام هبوب الزوابع الترايبية.

* المجموع السنوي لعدد أيام هبوب الزوابع الترايبية.

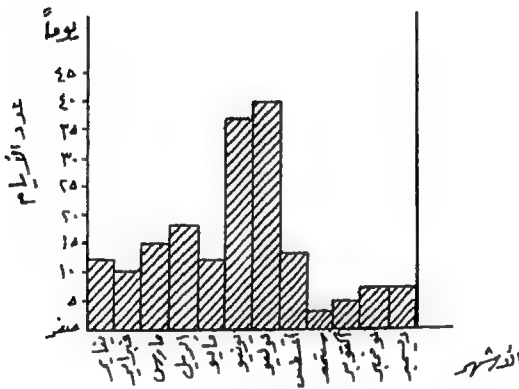
وقد تركز الاهتمام في هذه الدراسة على تحديد أكثر الشهور والفصول والسنوات تعرضا للزوابع الترايبية، واستكشاف الاختلافات القائمة بينها من خلال التمثيل البياني، وكذلك تحديد الاتجاهات العامة لعدد أيام هبوب الزوابع الترايبية، بحساب للقيم الاتجاهية للمتوسطات المتحركة على أساس (٥) سنوات للفترة كلها من (١٩٦٢-١٩٩٤)، ومن ثم تقسيم هذه الفترة إلى قسمين كما فعلنا عند دراسة سرعة الرياح: الأول (١٩٦٢-١٩٧٧) والثاني (١٩٧٨-١٩٩٤) لمعرفة ما إذا طرأ على هذين الاتجاهين تغيير ما، أم احتفظا بالاتجاه العام.

عرضنا للعوامل التي تؤثر على هبوب الزوابع الترايبية، ويكفي القول بأن مدينة الدوحة الواقعة في وسط الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، تتفق مع خط عرض ٢٥°١٧ شمالا، وخط طول ٥١°٣٤ شرقا، وترتفع (١١) مترا عن سطح البحر، تتعرض للعديد من الزوابع الترايبية، وفيما يلي دراسة لخصائصها:

١- تحدث الزوابع الترايبية في نصف السنة الصيفي (شكل رقم ٤-١١٣)، إذ تبلغ نسبة عدد الأيام التي حدثت فيها هذه الزوابع على مدى (٣٣) عاما حوالي (١٠٦) أيام من أصل (١٨٢) يوما، أي بنسبة (٥٨,٢٪)، مع أن هذه النسبة كانت تمثل في الفترة (١٩٦٢-١٩٧٦) حوالي (١,٥٥٪)، أي بزيادة



أ- حسب فصول السنة



ب- حسب شهور السنة

شكل رقم (٤-١٣)

ملاحظات عدد أيام هبوب الزوابع الترابية في موقع رصد الدوامة

بلغت (١, ٣٪)، وهذا يعني تناقص حدوثها في أشهر الصيف، وتزايدها في أشهر الشتاء والربيع، أو أنها نادرا ما تحدث.

٢- يقل حدوث هذه الظاهرة في فصلي الخريف (أكتوبر ونوفمبر)، والشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير)، إذ بلغ عدد الأيام في الخريف (١٣) يوما، أي بنسبة

(١, ٧٪)، وفي الشتاء (٢٩) يوما، بنسبة (٩, ١٥٪)، علما بأنها كانت تمثل في الفترة (١٩٦٢-١٩٧٦) بين (٣, ٨٪ و ٥, ١٦٪) على التوالي.

٣- من الطبيعي أن يشهد فصل الربيع نشاطا ملحوظا للزوابع الترابية ما دامت مرتبطة بالأحوال غير المستقرة للجو نتيجة تأثير المنخفضات الجوية المحلية أو المتوسطة على المنطقة، فبلغت نسبتها للفترة (١٩٦٢-١٩٩٥) حوالي (٧, ١٨٪) مع أنها كانت تمثل في حدود (٢, ٢٠٪) للفترة (١٩٦٢-١٩٧٦).

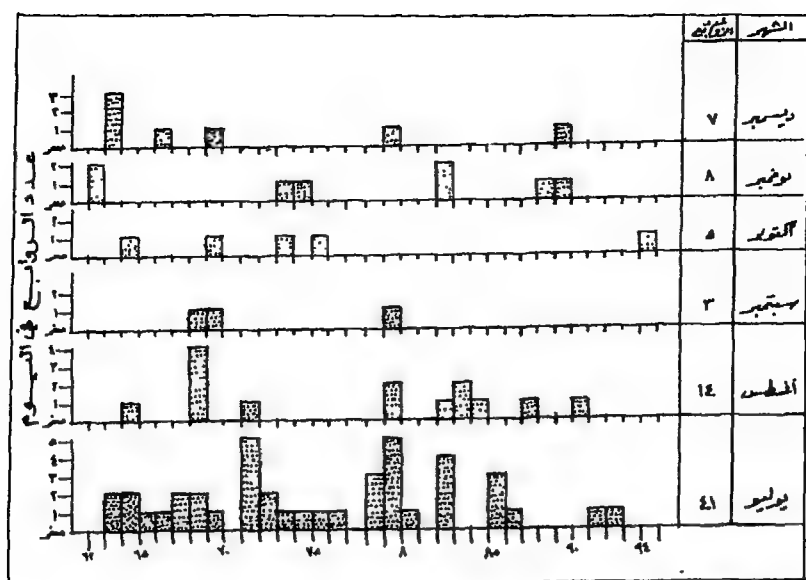
٤- من قراءة المدرج العادي لعدد أيام الزوابع الترابية (شكل رقم ٤-١٣ ب) شهر يوليو يفرد بحوالي (٢٢٪) من عدد الأيام التي تهب فيها، وللفترة ذاتها، في حين تبلغ النسبة مقارنة بأشهر الصيف (٧, ٣٧٪)، ويشكل مع شهر يونيو (عدد الأيام ٧٧) ما نسبته (٣, ٤٢٪) بمعيار الفترة كلها، وأكثر من (٧٢٪) بالقياس إلى عدد أيام هبوب الزوابع الترابية في نصف السنة الصيفي.

٥- لعل شهر سبتمبر الذي اعتبر آخر شهور فصل الصيف لا يمثل فيه سوى (٧, ١٪) من عدد أيام هبوب الزوابع الترابية على مدى (٣٣) عاما، أو حوالي (٨, ٢٪) بالنسبة لفصل الصيف، ويعزى هذا التناقص إلى أن الرياح في أواخر الصيف تتميز بالهدوء النسبي نتيجة التغير الذي يطرأ على توزيعات الضغط الجوي، يشاطره هذه الخصائص شهر أكتوبر بنسبة (٨, ٢٪) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).

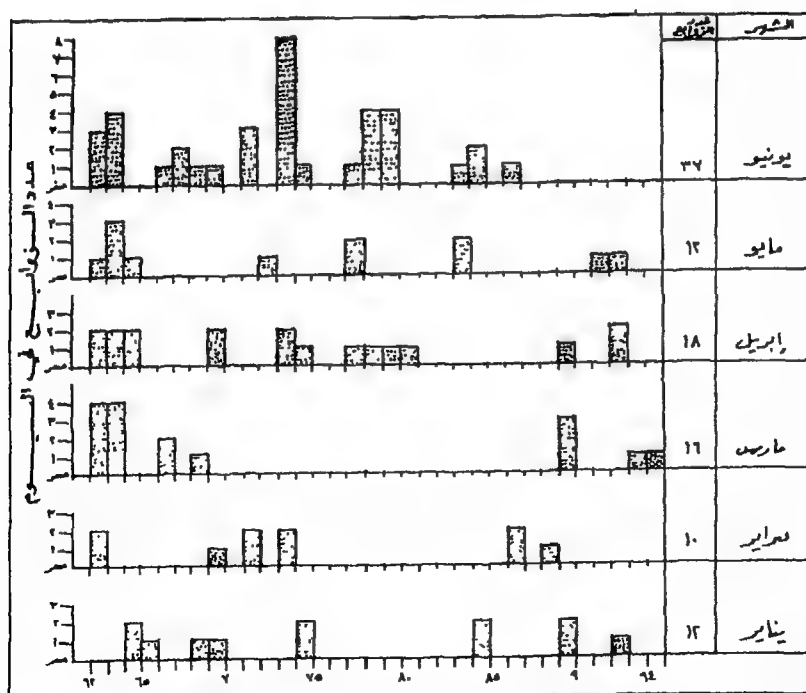
٦- يتضح من المدرجات (شكل رقم ٤-١٤ أ، ب) أن الدوحة تعرضت في شهر يونيو من عام ١٩٧٣ لحوالي (٨) أيام من الزوابع الترابية، أي بنسبة (٣, ٥٣٪) وأن شهر يوليو شهد من الزوابع الترابية ما نسبته (٦١٪) تقريبا من المدة التي بلغت (٣٣) عاما، جاء شهر يونيو في المرتبة الثانية بنسبة (٥, ٤٥٪) من نفس المدة، بينما يعتبر شهر سبتمبر أقلها، إذ حدث خلاله (٣) زوابع ترابية فقط، أما شهر مارس فهو الشهر الوحيد الذي لم يتعرض لأي من الزوابع الترابية على مدى (٢٠) عاما متتالية، أي من (١٩٦٩-١٩٨٨)، يليه شهر أكتوبر ولمدة (١٨) عاما أي في الفترة ما بين (١٩٧٦ و ١٩٩٣).

٧- بلغ المعدل العام لعدد أيام هبوب الزوابع في الدوحة (٥, ٥) يوما، كان نصيب شهري يوليو ويونيو معظمها، حيث استأثرا بنسبة بلغت بين (٨, ٢١٪ و ٢٠٪).





(تابع شكل رقم ٤-٤ (ب))
ملاحظات تكرارية لعدد الزوابع الترابية / اليوم موزعة حسب أشهر السنة
في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)



شكل رقم ٤-٤ (أ)
ملاحظات تكرارية لعدد الزوابع الترابية / اليوم موزعة حسب أشهر السنة
في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

على التوالي، ولم يحظ شهر سبتمبر إلا بحوالي (٨, ١٪) من المعدل العام لعدد أيام هبوب الزوايح الترابية، بينما تقاسم كل من أكتوبر ونوفمبر وديسمبر نسبة (٩, ١٠٪)، وأشهر يناير ومايو وأغسطس نسبة (٨, ٢١٪)، وأشهر الربيع (مارس وإبريل) نسبة (٢, ١٨٪) كل بالتساوي.

٨- من الجدير بالملاحظة كذلك أن عام ١٩٨١ لم يشهد يوما هبت فيه زوبعة ترابية واحدة، في حين انفرد عام ١٩٦٣ بحوالي (٩, ٩٪) من عدد أيام هبوب الزوايح، وعام ١٩٧٣ بحوالي (٢, ٨٪)، وكان نصيب كل من عامي (١٩٦٢، ١٩٧٩) في حدود (٧, ٧٪)، أي أن (ربع) عدد أيام هبوب الزوايح حدث في (١, ١٢٪) من المدة المعتمدة (٣٣) عاما.

الاتجاهات العامة لعدد أيام هبوب الزوايح الترابية في الدوحة:

لدراسة هذه الاتجاهات نورد الجدول التالي:

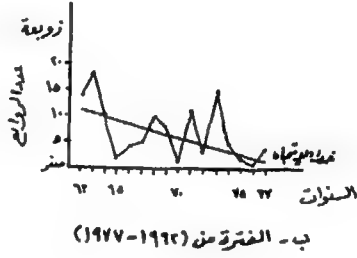
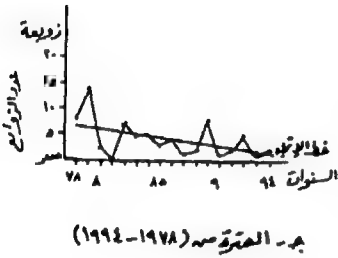
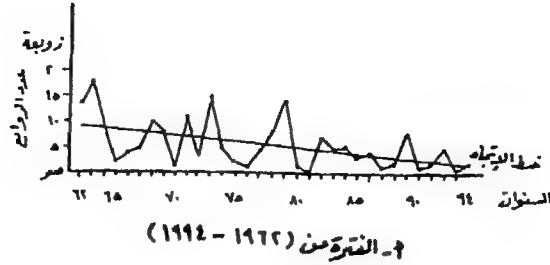
جدول رقم (٤-١٦)

الخصائص الأساسية لتكرارات هبوب الزوايح الترابية في الدوحة

الفترة	المعدل السنوي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير /	درجة التغير B	المدة (سنة)
٦٢-٩٤	٥, ٥٢	٤, ٦١	٠, ٨٠	٨٣, ٥	٠, ٢٣٦-	٣٣
٦٢-٧٧	٦, ١٦	٤, ٨٩	١, ٢٢٣	٧٩, ٤	٠, ٦٦٥-	١٦
٧٨-٩٤	٤, ١٢	٣, ٤٦	٠, ٨٣٩	٨٤,	٠, ٣٢٨-	١٧

تظهر من الجدول السابق رقم (٤-١٦) والشكل رقم (٤-١٥أ-ج) الخصائص التالية:

١- تتفاوت المعدلات السنوية لعدد أيام هبوب الزوايح الترابية، إذ يتراوح بين (٤, ١٢ و ٦, ١٦) يوما، ويتراوح معامل التغير بين (٤, ٧٩٪ و ٨٤٪) وهو يمثل التباين بين الفترات المعتمدة، ولكن يلاحظ أن معامل التغير لكل من الفترة الأولى والثالثة متقارب تقريبا، وبشذوذهما معامل تغير الفترة الثانية، فالتمائل أدى إلى تقارب الخطأ المعياري، بينما أدى الشذوذ في تناقص معامل التغير إلى تزايد في الخطأ المعياري ودرجة التغير.



شكل رقم (٤ - ١٥)

الاتجاهات الحديثة لعدد مرات هبوب الزوايج الترابية في موقع رصد الدوحة
للفترة من (١٩٦٢ - ١٩٩٤)

٢- رغم هذا التباين فإن الاتجاه العام لجميع الفترات سالبا، أي أن الاتجاه العام لعدد أيام هبوب الزوايج الترابية في العقود الثلاثة (٦٢-٩٤) مجتمعة يتماثل مع كل فترة من حيث التناقص الواضح في عدد أيام هبوب الزوايج، ومع هذا الاتجاه، فإن درجات التغير تبدي نوعا من الاختلاف، حيث تزايدت حدة التناقص خلال الفترة الثانية حتى بلغت (-٦٦٥، ٠)، بينما قلت حدته في الفترة الأولى فسجل (-٢٣٦، ٠) على مدى العقود الثلاثة.

٣- من المحتمل أن يكون لهذا التناقص في الاتجاه العام لعدد أيام هبوب الزوابع علاقة بالتناقص الذي حدث في العقد والنصف الأخير، أي منذ عام ١٩٨٠، رغم ما نلاحظه في هذه الفترة من أن عام ١٩٨٩ شهد خلالها أكثر التكرارات (٨) أيام، كما شهدت الفترة من (١٩٦٢-١٩٧٣) ما يساوي هذه القيمة أو يزيد قليلا على مدى (٧) سنوات.

٤- يلاحظ أن الفترة الثانية من السلسلة الزمنية (١٩٦٢-١٩٩٤) تختلف اختلافاً بيّناً عن سابقتها ولاحتقتها في جميع الخصائص (شكل رقم ٤-١٥)، وأن أسباب هذا الاختلاف تكمن في التناقص الواضح في تكرارات هبوب الزوابع الترابية على مدى الفترة الزمنية، ففي عام ١٩٦٣ - مثلاً - تعرضت الدوحة لحوالي (١٨) يوماً من الزوابع، انخفضت هذه القيمة إلى النصف تماماً في العام الذي يليه (١٩٦٤)، ويمكن استعراض هذا التناقص في الجدول التالي على اعتبار أن عام ١٩٦٣ سنة أساس بأيامه الـ (١٨).

جدول رقم (٤-١٧)

بعض خصائص الفترة الثانية لعدد أيام هبوب الزوابع

البيان	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣
سنة الأساس	١٨	٩	٢	٤	٥	١٠	٨	١	١١	٣	١٥
عدد الأيام	١٨	٩	٢	٤	٥	١٠	٨	١	١١	٣	١٥
%	١٠٠	٥٠	١١	٢٢	٢٨	٥٦	٤٤	٦	٦١	١٧	٨٣
الفرق %	صفر	٥٠	٨٩	٧٨	٧٢	٤٤	٥٦	٩٤	٣٩	٨٣	١٧
مقدار التغير %	صفر	٥٠-	٣٩-	١١+	٦+	٢٨+	١٢-	٣٨-	٥٥+	٤٤-	٦٦+

ومن الجدول يتبين لنا التالي:

- ١- يتفاوت مقدار التغير (قياساً بالقيمة الأساسية لعام ١٩٦٣) من سنة إلى أخرى، تفاوته من شهر إلى آخر، ففي عام ١٩٧٠ بلغت نسبة التغير (الفرق %) أقصاها (٩٤ %)، وفي عام ١٩٧٣ بلغت أدناها (١٧ %)، ولو قارنا أشهر هذين العامين لانتضح لنا مدى هذا الشذوذ والتناقص الذي يصاحب حدوث الزوابع الترابية، فعام ١٩٧٠ لم يشهد إلا زوبعة يتيمة، حدثت في شهر ديسمبر، بينما



تعرضت الدوحة في عام ١٩٧٣ لحوالي (١٥) زويدة ترايبية، حدثت في نصف المدة (٦ شهور)، كان نصيب شهر يونيو - كما ذكرنا - أكثر من (٥٣٪)، والنسبة الباقية توزعت بين أشهر فبراير، أبريل، يوليو، أكتوبر ونوفمبر.

٢- لو قارنا مقدار ما طرأ من تغير على عدد أيام هبوب الزوايع الترايبية بين كل سنة والتي تليها مع اعتماد قيمة سنة الأساس كمقام لمقدار التغير في كل مرة، فإننا نلاحظ مدى التغير، سواء أكان بالسالب أم بالموجب، فالقيم السالبة تشير إلى تناقص عدد الأيام، والموجبة تشير إلى تزايد عدد الأيام في السنوات اللاحقة، أي بقدر ما تزداد عدد أيام هبوب الزوايع، بقدر ما تزداد نسبة التغير، والعكس صحيح، فيبدو أن أكبر تغير حدث لهبوب الزوايع في عام ١٩٧٣ بغض النظر عن سنة الأساس، فكانت الزيادة (١٢) يوما عن السنة السابقة لها، فمثلت هذه الزيادة نسبة بلغت (+٦٦٪)، وبالمقابل فلن عام ١٩٧١ سجل (١١) يوما، فيما سجل العام ١٩٧٢ (٣) أيام فقط، وبالتالي فإن نسبة التغير بلغت (-٤٤٪).

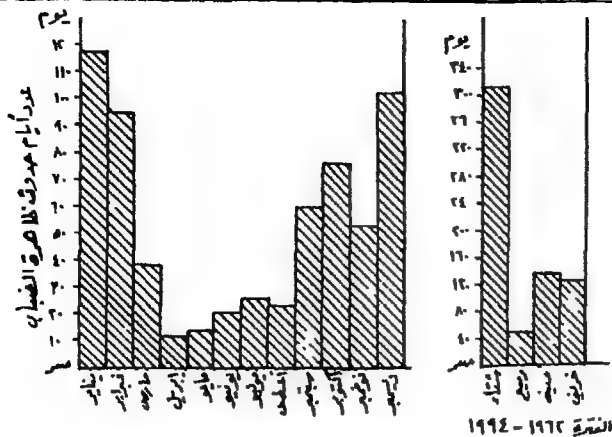
الضباب الكثيف Thick Fog (الرؤية أقل من ١٠٠٠ متر):

أحد مظاهر تكاثف بخار الماء الموجود في الهواء القريب من سطح الأرض، وهو عبارة عن ذرات مائية خفيفة لدرجة أن الهواء يستطيع حملها، ولا تختلف في شيء عن مكونات السحب الطبقيّة Low Stratus، إلا من حيث وجودها ملاصقة لسطح الأرض، ونظرا لقياس الضباب عن طريق مدى الرؤية التي تقل عن (١٠٠٠) متر Visibility وخاصة في عمرات مطار الدوحة، فإننا ألحقناه بدراسة الزوايع الترايبية، وتمثله عدد الأيام التي يظهر فيها.

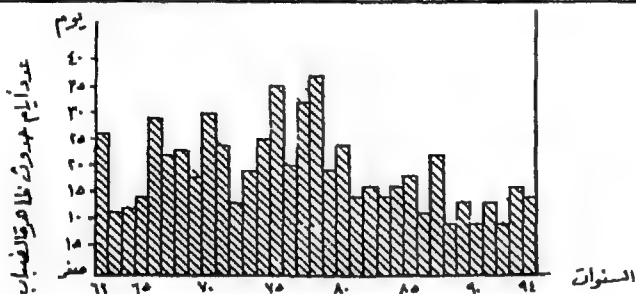
ويقاس الضباب بجهاز يعرف باسم Transmissometer، ويقاس سرعة انتقال الضوء Transmission of Light على طول عمرات أو أدراج الطائرات، وقد يعتمد المقياس على المشاهدة بالعين المجردة، على أساس أقصى مسافة تستطيع العين من خلالها رؤية الأشياء بوضوح تام (من صفر -٩) (Howard. J., 1966, pp. 56-59).

من (الشكل رقم ٤-١٦-ج) نستنتج الخصائص التالية:

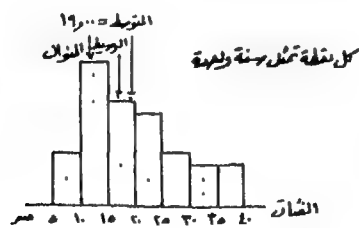




أ - موزع التوزيع الشهري والفصلي



ب - موزع المجموع السنوي للفترة من ١٩٦٢ - ١٩٩٤
(الرقم أقل من ١٠٠٠ متر)



ج - الموزع التكراري لعدد أيام حدوث ظاهرات الضباب

شكل رقم (٤ - ١٦)
مدرجات عدد أيام حدوث ظاهرات الضباب (الشهري والمجموع السنوي والتكراري)
للفترة ١٩٦٢ - ١٩٩٤ في الدوحة

١- شهد شهر يناير من عام ١٩٦٦ (١٤) يوما انحجبت فيه الرؤية لأقل من ١٠٠٠ م، وفي هذه الحالة تميز نوع الضباب بالمشاهدة الرديئة ورقمه الدولي (٣).

٢- يعتبر يناير أكثر الشهور تعرضا لظاهرة الضباب (شكل رقم ٤-١١٦)، فقد شهد حوالي (١١٧) يوما، بمعدل (٣,٦) يوما في الفترة الممتدة من (١٩٦٢-١٩٩٤)، وأن فصل الشتاء الذي يشهد انخفاضا في درجات الحرارة وارتفاعا في رطوبة الجو انفرد بحوالي (٣١٢) يوما من أيام الضباب، أي بنسبة (١٠,٥٪) من عدد أيام فصل الشتاء، وبمعدل يصل إلى حوالي (٩,٦) يوما.

٣- يتزايد الضباب وتقل الرؤية عن الرقم الدولي السابق ذكره في شهر سبتمبر (أواخر الصيف) وفي شهري أكتوبر ونوفمبر (أشهر الخريف) حيث بلغت عدد الأيام (٥٩، ٧٥، ٥٢) يوما على التوالي.

٤- نظرا لانخفاض الرطوبة النسبية، وارتفاع درجات الحرارة، فإن عدد أيام الضباب في أشهر الصيف تقل كثيرا، إذ تتراوح بين (١٣-٢٥) يوما، ولكن قد تزيد في أواخره - كما أشرنا - نتيجة التغيرات المناخية.

٥- من (الشكل رقم ٤-١١٦) يتضح أن شهر إبريل (آخر شهور الربيع) أقلها تعرضا لظاهرة الضباب، حيث كان نصيبه (١١) يوما فقط، وبمعدل (٣,٠) يوما (خلال ٣٣ عاما)، ويعزى ذلك إلى إطراد ارتفاع درجات الحرارة، ونشاط عملية صعود الهواء إلى أعلى Ascent and Rising Air.

٦- يلاحظ من (الشكل ٤-١٦ب) أن عام ١٩٧٨ شهد (٣٧) يوما قلَّت فيه الرؤية عن (١٠٠٠) متر، أي بنسبة (١٠,١٪). كما نستوحي بأن (٩٪) من المدة (٣٣ عاما) تقل فيها ظاهرة الضباب (تندم الرؤية لأقل من ١٠٠٠ متر) عن (١٠) أيام، أي بنسبة (١,٦٪) من مجموع عدد الأيام، وأن (٥٤٪) من المدة تتراوح فيها عدد الأيام ما بين (١٠ و ٢٠) يوما، في حين كان نصيب (٣٦٪) من هذه الفترة (٣٣ عاما) ما بين (٢٠ و ٣٧) يوما، قلَّت أثنائها الرؤية عن ١٠٠٠ متر. وأن الاتجاه العام يميل نحو التناقص في عدد أيام حدوث ظاهرة الضباب، وأن الشكل البياني للفترة الواقعة ما بين عامي (١٩٦٢ و ١٩٧٩) يوحى بتزايد عدد أيام حدوث هذه الظاهرة، بينما يحدث العكس في الفترة ما بين (١٩٨٠ و ١٩٩٤).

٧- من المدرج التكراري (شكل رقم ٤-١٦ ج) لعدد أيام حدوث ظاهرة الضباب والموزع إلى فئات، يلاحظ أن الفئة الثانية (١٠-١٥) يوما تمثل أكثر التكرارات حدوثا، فتستحوذ على (٣٠٪) من المدة، بينما لا تمثل الفئتان السادسة والسابعة (٣٠-٣٥) يوما، (٣٥-٤٠) يوما سوى (١٢٪) مجتمعين، وأن شكل المدرج التكراري يبرز بعض الصفات العشوائية في توزيع عدد أيام حدوث ظاهرة الضباب، وأنه غير متناسق، حيث تتركز القمة على الجانب الأيسر، ويتجه التوزيع بذيله صوب اليمين، ولهذا يلتوي التوزيع التكراري التواء موجبا، ويتميز بنمط نسبي لتوزيع مقاييس النزعة المركزية، إذ يقع الوسيط في منتصف التوزيع، بحيث يكون المنوال على يساره والمتوسط الحسابي على يمينه، وبهذا تختلف القيم، إذ يشير الشكل إلى أن المتوسط أكبرها (١٩) يوما، والمنوال أصغرها (١٣) يوما تقريبا.

الشبورة: Mist والسديم: Haze والغبار: Dust

وهي ظاهرة ضبابية، يتراوح فيها مدى الرؤية ما بين أكثر من (١٠٠٠) إلى حوالي (٥٠٠) متر، وتنتمي لنوع العجاج والمشاهدة الضعيفة، وترقم دوليا برقمي (٤، ٥) (حسن أبو العينين، أصول الجغرافيا المناخية، ص ٣٢٩) وهذا النوع سرعان ما يتلاشى ويختفي تحت تأثير أشعة الشمس (Trewartha, G.T., 1954, pp. 120-125)، ولدراسة التوزيع الجغرافي لعدد أيام حدوث ظاهرة الشبورة - السديم - الغبار على مدار أشهر السنة، وعبر (٣٣) عاما من التسجيل، نستعين بالأشكال البيانية رقم (٤-١٧، ب) فنستخلص منها التالي:

١- يعظم حدوث هذه الظاهرة في شهر يوليو، حيث سجل (٤٣٠) يوما، بمعدل (١٣) يوما في السنة، يأتي شهرا يونيو وأغسطس في المرتبة الثانية بمجموع يتراوح ما بين (٣٦٢، ٢٣١) يوما بمعدل يحوم حول القيم (١١، ١٠) يوما لكل منهما، ويعني هذا أن فصل الصيف هو الفترة التي تتميز بهذه الظاهرة، والسبب يكمن في تعرض قطر للرياح القادمة من الربع الحالي، وهي رياح غربية أو جنوبية غربية حارة جافة، غالبا ما تكون محملة بالغبار والأتربة.

٢- يقل حدوث هذه الظاهرة في شهري إبريل ونوفمبر، فتراوحت عدد الأيام فيهما على مدى (٣٣ عاما) بين (١٤٨، ١٤٣) يوما، بمعدل (٥، ٤، ٣، ٤) يوما في السنة لكل منهما، ويعزي ذلك إلى أن الرياح الشرقية في شهر أبريل تنشط وتزداد نسبة هبوبها على حساب الرياح الأخرى وخاصة تلك المسببة في إثارة الغبار، لكنها ترفع - في نفس الوقت - من نسبة الرطوبة بحكم مرورها فوق مياه الخليج العربي، أما في نوفمبر، فتزداد نسبة الرياح الساكنة، وتقل سرعتها، وتخضع المنطقة للمنخفضات الجوية مما يؤدي إلى تناقص عدد الأيام التي تحدث فيها هذه الظاهرة.

٣- يلاحظ من (الشكل رقم ٤-١١٧) أن عدد أيام حدوث ظاهرة مجموعة الشابورة يتناقص كلما اقتربت أشهر الربيع (مارس وإبريل)، وأشهر الخريف (أكتوبر ونوفمبر)، وتزايد بقدم أشهر الشتاء ولكن بدرجة أقل من تزايدها بحلول أشهر الصيف.

٤- توجي السلسلة الزمنية (شكل رقم ٤-١٧ب) بأن عدد أيام حدوث مجموعة الشبورة تتفاوت بين عام وآخر، تفاوتها - كما لاحظنا - بين شهر وآخر، فقد بلغت الظاهرة أوجها في عامي (١٩٧٨-١٩٧٩)، حيث سجلت كل منهما ما مجموعه (١٣٦) يوما، بنسبة (٣٧,٣٪) في السنة، وفي عام ١٩٧٢، سجلت أدنى قيمة لهذه الظاهرة، حيث بلغ مجموع عدد الأيام (٤٤) يوما، بنسبة (١٢,١٪) في السنة، وهي مؤشرات تظهر مدى التباين في عدد أيام حدوث الظاهرة، ومدى التغير الذي يطرأ على الأحوال المناخية. كما يشير إلى تزايد مجموع عدد أيام حدوث هذه الظاهرة في الفترة ما بين (١٩٦٢ و ١٩٧٩)، أي لحوالي (١٨) عاما، بينما تؤكد اتجاهات خطوط المضلع على التناقص في عدد أيام حدوث الظاهرة في الفترة بين (١٩٧٩ و ١٩٩٤)، أي (١٦) عاما) رغم التزايد الواضح الذي حدث عام (١٩٩١) لهذه الظاهرة، كما أظهر نوعا من التناقص في تكراراتها، ولكي تتضح الصورة ويسنجلي الأمر حاولنا توزيع عدد الأيام إلى فئات كالتالي:

جدول رقم (٤-١٨)

فئات عدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

الاشهر	الفئات	أقل من ٥	٥ - ١٠	١٠ - ١٥	١٥ - ٢٠	أكثر من ٢٠	للمجموع
يناير	٩	١٤	١٠	-	-	٣٣	
فبراير	١٠	١٦	٦	١	-	x	
مارس	٧	١٩	٧	-	-	١٢	
أبريل	٢٠	١٠	٣	-	-	-	
مايو	١٤	١٥	٤	-	-	-	
يونيو	٦	٧	١٠	٩	١	-	
يوليو	١	٨	١٠	١١	٣	-	
أغسطس	٦	١٠	٩	٧	١	-	
سبتمبر	٧	١٧	٩	-	-	-	
أكتوبر	١٩	١٠	٢	٢	-	-	
نوفمبر	١٩	١٢	٢	-	-	-	
ديسمبر	١٠	١٧	٤	٢	-	-	
المجموع	١٢٨	١٥٥	٧٦	٣٢	٥	٣٩٦	
%	٣٢,٣	٣٩,١	١٩,٢	٨,١	١,٣	%١٠٠	

من (الجدول رقم ٤-١٨) نتعرف على التالي:

- ١- يتركز حوالي (١, ٣٩٪) من التكرارات في الفئة الثانية (٥-١٠) يوما، بينما يخص الفئة الخامسة (أكثر من ٢٠) يوما حوالي (٣, ١٪) من التكرارات.
- ٢- تتمثل الفئات الثلاث الأولى (صفر - أقل من ١٥) في جميع أشهر السنة مع التباين في القيم، في حين تقتصر الفئة الخامسة (١٥ - أقل من ٢٠) يوما على (نصف) عدد الأشهر، وأن الفئة السادسة (أكثر من ٢٠) يوما لا يمثلها سوى (٢٥٪) من المدة (أشهر يونيو، يوليو، أغسطس).
- ٣- يتركز منوال الفئة الأولى في شهر أبريل ومنه تتناقص التكرارات بمعدل (٥٠٪) في الفئة الثانية، (٨٥٪) في الفئة الثالثة، وينطبق هذا على شهري أكتوبر ونوفمبر، حيث تبلغ التكرارات في الفئة الأولى (١٩) يوما لكل منهما، تتناقص حسب ترتيب الفئات صعودا من شهر أكتوبر بمعدل (٤, ٤٧٪)، (٨٩, ٥٪، ٨٩, ٥٪)، وتتناقص في شهر نوفمبر بمعدل (٨, ٣٦٪، ٨٩, ٥٪)، أما في بقية الأشهر، فإن تكرارات حدوث الظاهرة يتزايد في الثانية، ثم تتناقص في الفئات الثلاث التالية إن وجدت باستثناء شهري يونيو ويوليو.

٤- ففي شهر يونيو تزايد تكرارات الحدوث حتى الفئة الثالثة بنسب تتراوح ما بين (١٦,٧٪، ٦٦,٧٪)، وفي شهر يوليو تزايد التكرارات حتى الفئة الرابعة، بنسب تتراوح بين (٧٠٠٪ و ٩٠٠٪ و ١٠٠٪) على اعتبار أن تكرار الفئة الأولى هو الأساس في المقارنة.

وإذا حاولنا من الجداول السابق تجميع تكرارات الفصول نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٤-١٩)

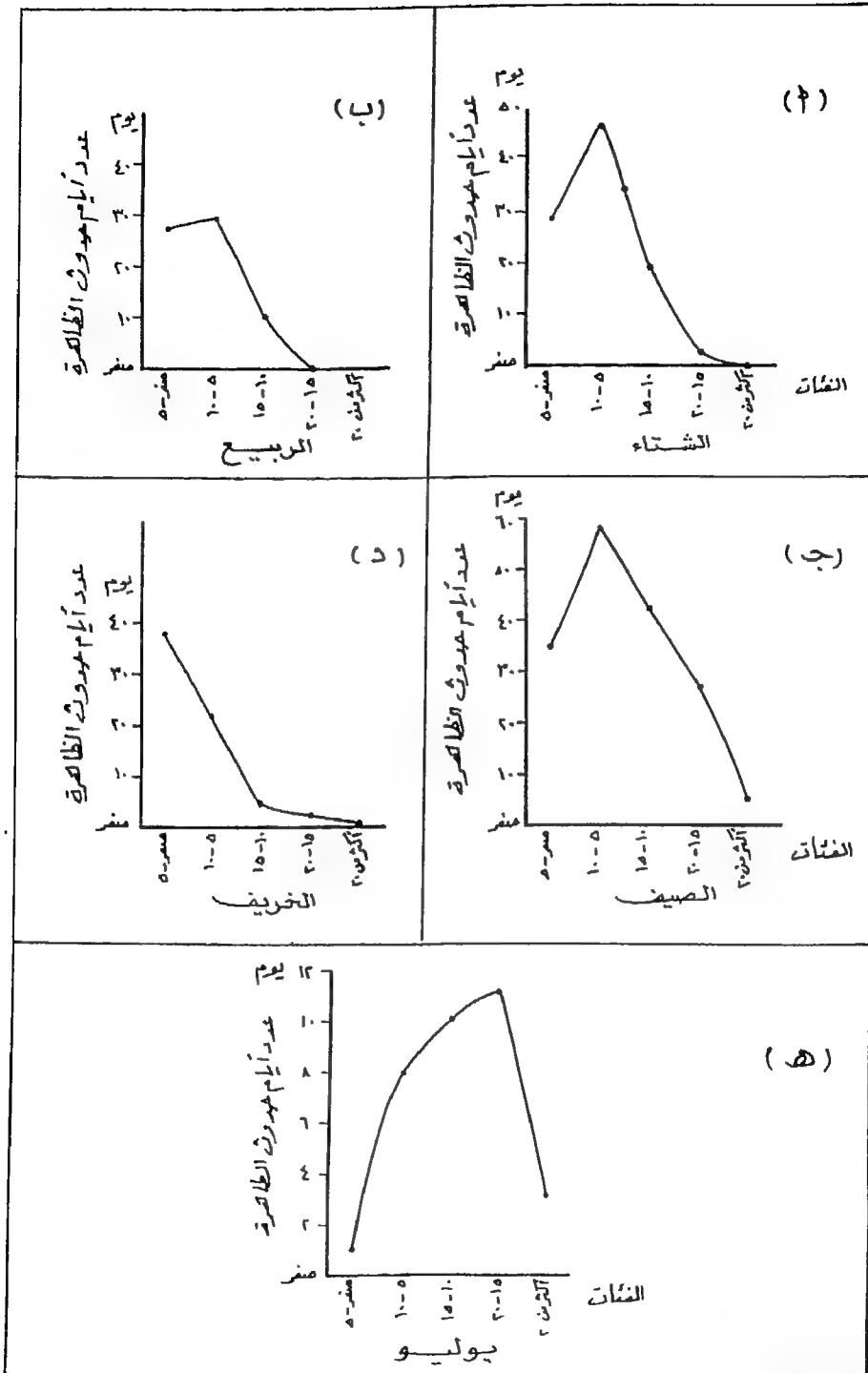
توزيع مجموع فئات عدد مرات حدوث ظاهرة الشابورة
حسب الفصول في مدينة الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

الفصل	الفئات	أقل من ٥	١٠ - ٥	١٥ - ١٠	٢٠ - ١٥	أكثر من ٢٠	للمجموع
	الشتاء	٢٩	٤٧	٢٠	٣	-	
	الربيع	٢٧	٢٩	١٠	-	-	
	الصيف	٣٤	٥٧	٤٢	٢٧	٥	
	الخريف	٣٨	٢٢	٤	٢	-	
المجموع	١٢٨	١٥٥	٧٦	٧٦	٥	٣٩٦	

١- يلاحظ من الجدول رقم (٤-١٩) أن منوال جميع الفئات يتركز في فصل الصيف ما عدا منوال الفئة الأولى فينفرد به فصل الخريف بنسبة (٢٩,٧٪) من مجموع تكرارات هذه الفئة. وأن منوال فصول السنة يتمحور حول الفئة الثانية.

٢- يلاحظ أن تكرارات حدوث هذه الظاهرة تتناقص في فصل الخريف مع تزايد قيم الفئات الأربعة الممثلة له.

٣- من (الشكل رقم ٤-١٨) الممثل لمجموع عدد أيام حدوث ظاهرة الشابورة في فصول السنة، يتضح أنها تتفق جميعا في امتداد الطرف الأيمن للمنحنى بدرجة أطول من الطرف الأيسر، وفي هذه الحالة يكون المنحنى ملتويا التواء موجبا، وأن نمط التوزيع يتخذ ترتيبا تصاعديا من المنوال حتى المتوسط، مروراً بالوسيط، يستثنى من هذه الحالة المنحنى الذي يمثل فصل الخريف، فقد اتخذ



شكل رقم (٤-١٨) المنحنيات التكرارية لعدد أيام حدوث ظاهرة الشايرة في الدوحة موزعة حسب فصول السنة وشهر يوليو

الشكل الرائي المعكوس، حيث تقع نقطة النهاية العظمى عند الطرف الأيسر، وتقع النقطة الدنيا عند نهاية الطرف الأيمن وعلى خط الأساس، وهو منحني أسّي موجب Exponential Curve تماثله في ذلك منحنيات كل من أشهر أبريل وأكتوبر ونوفمبر.

٤- باستثناء الفئة الخامسة، يتخذ المنحنى التكراري لفئات شهر يوليو الشكل الرائي، وينتمي في هذه الحالة للمنحنيات الأسية السالبة، إلا أنه في وضعه الحالي يقترب من الشكل الناقوسي Bell-Shaped Curve مع الفارق الكبير في التماثل على جانبي مركز النهاية العظمى لتكرارات الفئة الرابعة.

٣- المنخفضات الجوية: Depressions

قبل الحديث عن خصائص هذه الظاهرة، لابد من التمييز بين المنخفضات الجوية والأعاصير المدارية (العواصف المدارية) بحكم أن قطر تقع ضمن منطقة هامشية تتأثر ببعض خصائصهما في فترات محدودة من السنة، والجدول التالي يبين ذلك:

جدول رقم (٤-٢٠)

مقارنة بين المنخفضات الجوية والأعاصير المدارية

الظاهرة	المنخفضات	الأعاصير المدارية
المجال	نطاق الرياح الغربية.	نطاق الرياح التجارية أو الموسمية.
التوزيع	تظهر على اليابس والماء	يغلب حدوثها في المحيطات.
المساحة	تغطي مساحة لأكثر من ١٥٠٠ كم ^٢	لا تغطي إلا بين ١٠٠-٢٥٠ كم ^٢
المسار	من الغرب إلى الشرق مع الغربيات.	من الشرق إلى الغرب مع التجارية.
آثارها	مدعاة لسقوط أمطار وحدوث عواصف رعدية قد يصحبها البرد.	أشد قوة وغرارة في أمطارها وتؤدي إلى تدمير المنشآت
الضغط الجوي	خطوط الضغط الجوي حول مركز المنخفض متباعدة نوعاً ما.	خطوط الضغط الجوي المتساوية حول مركز الإعصار متقاربة جداً.
سرعة الرياح	تتراوح ما بين (٣٥-٤٥) عقدة/ الساعة	قد تتراوح عند مركز الإعصار ما بين (٥٨,٥-١٥٦) عقدة/ الساعة
الجهات	توحد جهات دافئة وباردة.	لا توحد جهات

من المعروف أن الكتل الهوائية بأنواعها المختلفة لا يمكن أن تستمر طويلا فوق إقليم المصدر Source Region ، (Finch and Trewartha, p. 115) وإنما تتحرك وتنتقل إلى أماكن أخرى، ويصحبها عادة تعديلات في صفاتها المناخية، من حيث الحرارة والرطوبة، وخاصة في أجزائها الدنيا، وبناء عليه تتأثر قطر ومنطقة الخليج العربي ابتداء من شهر أكتوبر وحتى شهر مارس بالمنخفضات التي قد تظهر كذلك في أبريل ومايو (Wilson, p.23).

من خصائصها:

- ١- تكون سببا في هطول الأمطار وحدوث عواصف رعدية.
- ٢- حدوث اضطرابات جوية وظواهر مناخية.
- ٣- تعرض قطر والخليج لهبوب رياح جنوبية شرقية في شهور الشتاء الباردة.
- ٤- تصحبها في كثير من الأحيان زوايا ترابية (رملية).

أنواعها ومناطق نشأتها وتطورها:

(١) المنخفضات الجوية المتوسطة:

تتميز مياه البحر المتوسط بدفئتها النسبي مما يؤدي إلى دفء الهواء الملاصق لسطحه في فصل الشتاء، مقارنة بما يحيطه من يابس القارتين الأوربية والأفريقية، كما أنه أكثر دفئا من المحيط الأطلسي، الأمر الذي يجعله ممرا من ناحية، ومسرحا لنشأة وتطور المنخفضات الجوية من ناحية ثانية، وبهذه الخصائص يفصل بين نطاقين من الضغط الجوي المرتفع، يمتد النطاق الأول إلى الشمال من المتوسط، ويتركز فوق جبال الألب الجليدية وهضبة الأناضول وأرمينيا الباردة، ويمتد النطاق الثاني إلى الجنوب من المتوسط ممثلا في الضغط المرتفع الأزوري الذي يتزحزح إلى الجنوب نتيجة لحركة الشمس الظاهرية، مصاحبا لتزحزح نطاقات الحرارة باتجاه الجنوب كذلك، ويمتد شرقا - كما أشرنا سابقا - ليلتحم مع نطاقات الضغط المرتفع فوق الصحراء الأفريقية الكبرى، والجزيرة العربية، ومن ثم يتصل بالمرتفع الجوي المتمركز فوق أواسط آسيا مكونا نطاقا عظيم الامتداد من الضغط المرتفع.



لهذا تتكون فوق البحر المتوسط جبهة قوية، يُلحَقُها الكثيرون بالجبهة القطبية، على اعتبار أنها جبهة ثانوية، إلا أن الأمطار التي تسببها المنخفضات الأطلسية التابعة للجبهة القطبية تصاحب الجبهات الدفئة Warm Fronts، في حين أن معظم أمطار المنخفضات المتوسطية مصاحبة للجبهات الباردة، وتعليل ذلك يكمن في أن الكتل الهوائية المدارية الدفئة التي تشكل جبهات دفيئة كتل جافة قادمة من الصحراء الكبرى، وتتميز جبهاتها بصعود الهواء إلى أعلى، مما تتشكل أنواع من السحب المرتفعة تقع عند مقدمة الجبهة الدافئة للمنخفضات الجوية.

أما الكتل الهوائية الباردة التي تعمل على تشكيل الجبهات الباردة ونشأتها Front Genesis فتكتسب أثناء مرورها فوق مياه المتوسط قدرا من الرطوبة، ونتيجة لشقله وبرودته يحاول الانزلاق أسفل الهواء الساخن مما ينتج عنه حالة من الاضطراب وعدم الاستقرار Instable، موحيا بوصول الكتلة الهوائية الباردة، وخاصة في فصلي الخريف والربيع (Fisher, 1963, pp. 48-49).

(ب) المنخفض الجوي السوداني:

وقد يطلق عليه منخفض البحر الأحمر: لأنه يتمركز فوق مياه البحر الأحمر في فصل الشتاء، وهو عبارة عن لسان لمنخفض جوي مداري ينشأ أصلا فوق هضبة الحبشة والسودان ويمتد فوق البحر الأحمر بسبب التباين في درجات الحرارة (مياه البحر دافئة)، ويفصل هذا المنخفض Trough بين المرتفع الجوي المتمركز فوق الجزيرة العربية في الشرق، والمرتفع الجوي المتواجد فوق شمال أفريقيا في الغرب، ولهذا المنخفض في وضعه الحالي تأثير محدود على سقوط الأمطار على قطر ومنطقة الخليج والجانب الشرقي من الجزيرة العربية، إلا إذا تحرك باتجاه الشرق فإن تأثيره ينحصر في زيادة نسبة الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة، نتيجة لهبوب الرياح الجنوبية الشرقية.

(ج) المنخفضات الجوية فوق الجزيرة العربية:

تندفق في فصل الشتاء كتلة من الهواء البارد باتجاه الجنوب قاصدة البحر الأحمر، وهذه الكتلة مرتبطة بامتداد منخفض جوي Trough فوق شرق البحر المتوسط، فتغطي أجزاء شاسعة من الجزيرة العربية، ونظرا لتفرق الهواء البارد في

طبقات الجو العليا Divergence، وتجمعه بالقرب من السطح Convergence في الجزيرة العربية، تتكون جبهة شبه ثابتة Semi-Stationary وموازية لخطوط العرض.

وفي حالة تحرك منخفض البحر الأحمر (المنخفض السوداني) باتجاه الشرق، فإن الهواء الدافئ الرطب المصاحب له يتدفع صعودا فوق هواء الجبهة الباردة المستقرة فوق الجزيرة العربية، وخاصة فوق هضبة نجد، فتتخفض درجة الحرارة ذاتيا Adiabatic Cooling، وتنشأ بالتالي جبهة هوائية دافئة وتشكل السحب المتباينة في الارتفاع، والمتفاوتة في الحجم، كما تشاهد السحب الطبقيّة والركام الطبقي في القسم الأسفل من الجبهة الدفيئة، ومع تحرك المنخفض باتجاه الشرق، تندفع رياح باردة باتجاه الجنوب مكونة جبهة علوية باردة، فتتشط في هذه الحالة تيارات الحمل، ويصبح الجو مضطربا وغير مستقر.

تتعرض قطر ومنطقة الخليج العربي حال عبور منخفض الجزيرة العربية باتجاه الشرق إلى جبّهات دفيئة، قد تسقط على إثرها أمطار خفيفة أو غزيرة، حالها كالجبهات الدفيئة المصاحبة للمنخفضات الأطلسية، ولكن الذي يهمنا في هذا المقام هو أن هذه الأمطار قد تستمر لفترات طويلة، وأن الرياح التي تصحبها أقل سرعة من رياح الجبهات الباردة (أبو العينين ص ٢٧٠)، ومن المحتمل أن تتأثر قطر ومنطقة الخليج بما يتراوح بين (١-٥) منخفضات جوية بجبهاتها الدفيئة في السنة (الكليب ص ١٠٢).

ومن الجدير بالملاحظة أن بعض المنخفضات الجوية الحرارية التي تنشأ وتنمو فوق الجزيرة العربية في فصلي الخريف والربيع، تتأثر بها قطر ومنطقة الخليج العربي، وفي نفس الفترة تتعرض هاتان المنطقتان للمنخفضات الجوية المتوسطة (الجهوية)، فإذا حدث وتقابلت هذه المنخفضات فإن الأحوال الجوية تزداد تعقيدا، علما بأن المنخفضات الجوية المتوسطة تتأثر قوة اندفاعها بالأوضاع الحرارية فوق الجزيرة العربية، وبذلك يكون تقدمها نحو الشرق بطيئا، كالحال بالنسبة للجبهة التي تتكون إلى الشرق من البحر الأحمر، إذ تعتمد في تحركها نحو الشرق على قوة أو ضعف المرتفع الجوي الآسيوي، وتتناسب معه تناسباً طردياً، بمعنى: أن المرتفع إذا كان قويا يحول دون حركة الجبهة، وبالتالي تصبح الجبهة قوية، أما إذا

كان ضعيفا فإنها تغدو ضعيفة كذلك وتتحرك بسرعة تجاه الشرق (الكليب، مناخ الكويت، ١٩٨١، ص ٤٨).

مسارات المنخفضات الجوية:

عرضنا فيما سبق للعوامل الديناميكية المرتبطة بدورة الغلاف الجوي فوق منطقة الخليج والجزيرة العربية، وفيما يلي نتعرف على أهم العوامل الجغرافية التي تؤثر على النمط التوزيعي للأمطار في قطر والخليج العربي، فإذا كانت المنخفضات الجوية تتجه في مساراتها من الغرب إلى الشرق، فإن هناك عوامل تتحكم في هذه المسارات، وتضبط وجهاتها بعد نشأتها وتحركها، فأنماط توزيع الضغط الجوي في المنطقة، ومراكز الضغط الجوي المرتفع فوق هضبة الأناضول وإيران، ومراكز الضغط الجوي المنخفض فوق البحر المتوسط كلها عوامل تؤدي إلى اختلاف مساراتها، ومن أهم المسارات:

(أ) مسارات المنخفضات الجوية المتوسطة (القبرصية):

ويطلق عليه المسار الشمالي، ولكن هذا المسار قد يتغير فجأة أو بالتدريج، فتتحرف المنخفضات نحو الشمال الشرقي، أو تستمر في اتجاهها نحو الشرق حال انطلاقها من شرق البحر المتوسط، فتعبر سوريا والعراق إلى إيران، أو أنها تتجه نحو الجنوب الشرقي إلى قطر ومنطقة الخليج والجزيرة العربية.

والمنخفضات الجوية المتوسطة تختلف في عددها وخصائصها، فالمنخفضات التي تتبع المسارات الشمالية الشرقية والشرقية أكثر عددا، كما أنها تتميز بقوتها وغزارة أمطارها وطول مدة بقائها، أما تلك المتجهة نحو الجنوب الشرقي، فقليلة العدد، صغيرة الحجم، قليلة الأمطار، فالمعدل السنوي للأمطار في كسب الواقعة في أقصى الطرف الشمالي للساحل السوري يبلغ حوالي (١٤٠٠مم) (نعمان شحادة، فصلية الأمطار ص ٢٩)، في حين يصل المعدل السنوي في غزة إلى (٣٥٠مم)، وفي الدوحة يبلغ (٨٥مم)، ولكنه لا يزيد على (٣٣مم) في صلالة (عمان).

وهذا يعني أن الأمطار تتناقص بالاتجاه نحو الجنوب، أي بالابتعاد عن المسارات الحقيقية للمنخفضات الجوية المتوسطة، كما أن هذه المنخفضات تنبئ بقدومها إذا

تعرضت المنطقة لنشاط وهبوب الرياح الجنوبية الشرقية الحارة الجافة، وهي رياح تثير الغبار، وتعمل على حدوث الزوايع الترايية، وترفع من درجات الحرارة.

(ب) مسارات منخفض شبه الجزيرة العربية:

عرفنا أن منخفضاً جويًا ينشأ ويتطور فوق شبه الجزيرة العربية، نتيجة صعود هواء مداري رطب فوق الكتلة الهوائية الباردة المستقرة فوق أجزاء من الجزيرة العربية (هضبة نجد)، فإذا اكتمل نموه يتحرك باتجاه الشرق ماراً بالخليج العربي إلى إيران، فتهب في مقدمته رياح شرقية أو شمالية شرقية رطبة، في حين تتبعه بعد عبوره رياح شمالية غربية.

عواصف الرعد والبرق: Thunderstorms

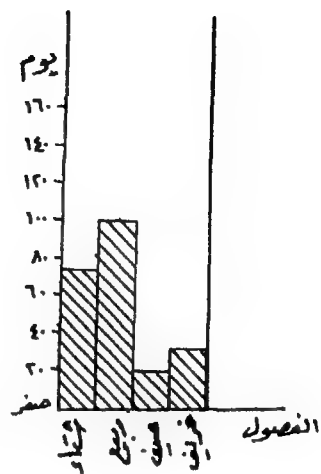
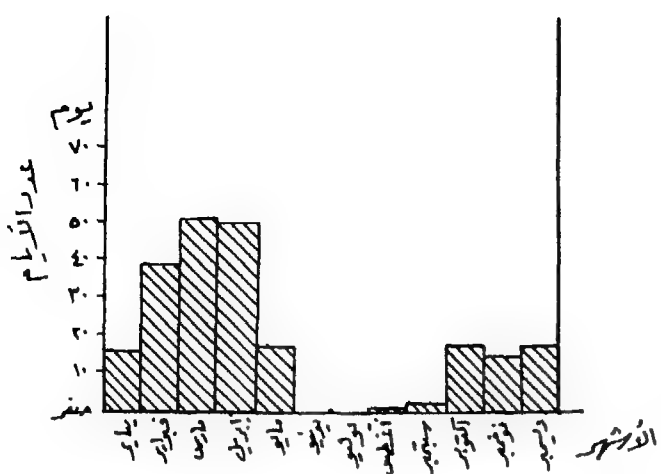
وهي ظاهرة مألوفة في قطر ومنطقة الخليج العربي والجزيرة العربية، ويشير تعبير عواصف الرعد والبرق بمدلوله الخاص إلى العواصف التي تحدث بفعل التيارات الهوائية الصاعدة Convective، في فترة قصيرة Short Duration، ويبدو أن مناطق انتشارها متعددة، إلا أنها تشيع في المناطق المدارية الحارة الرطبة، وخاصة أن هذه المناطق يسودها الهواء الانقلابي الصاعد الحار الرطب، وفي قطر ومنطقة الخليج العربي تحدث عواصف الرعد والبرق للأسباب التالية:

(أ) نشاط التيارات الهوائية الصاعدة نتيجة الارتفاع الفجائي لدرجات الحرارة في طبقات الجو الدنيا، ويطلق عليها بعواصف الرعد والبرق الحرارية.

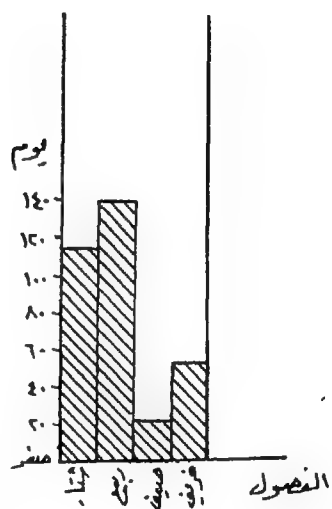
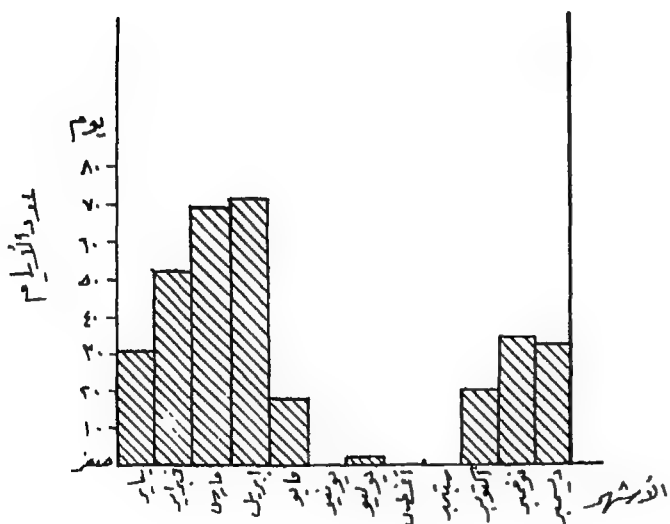
(ب) تقابل كتلتين هوائيتين مختلفتين في الخصائص، فيصعد الهواء الدافئ فوق الهواء البارد، وتسمى بعواصف الرعد والبرق الجبهوية Frontal.

من هذين العاملين نخلص إلى أن عواصف الرعد والبرق التي تحدث في قطر ومنطقة الخليج العربي، إما أن تلازم المنخفضات الجوية المتوسطة والسودانية، أو أن تنشأ نتيجة تيارات الحمل الهوائية، وتمثلها العواصف الحرارية، ولكل من هذين النوعين خصائصه وفترات حدوثه، فمن (الشكل ٤-١٩ أ-ب) نستخلص التالي:

١- ينخفض حدوث عواصف الرعد والبرق في أشهر الصيف (يونيو - سبتمبر)، وقد تنعدم في شهري (يونيو ويوليو)، ولكنها تحدث وبشكل واضح في أكتوبر



أ- الوعد



ب- البوق

شكل رقم (٤-١٩)
مدرجات عدد أيام حدوث الرعد والبرق في موقع رصد الدوامة
موزعة حسب شهور وفصول السنة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

حتى مايو من العام التالي بمعدل سنوي يتراوح بين (٥, ٠ و ٦, ١) يوما/السنة بالنسبة للبرق، (٦, ٠ و ٢, ٢) يوما/ السنة بالنسبة للرعد.

٢- تحدث عواصف الرعد والبرق في أشهر الشتاء، وأثناء الفترات الانتقالية (الخريف والربيع) وفي بداية الصيف (مايو).

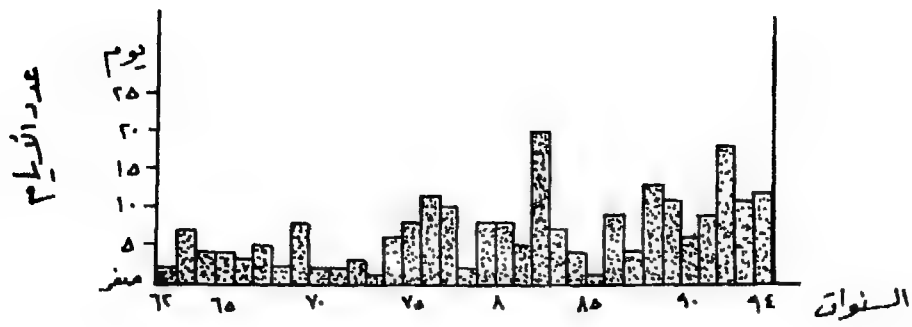
٣- يلاحظ أن هذه الظاهرة يتزايد حدوثها في أواخر الشتاء (فبراير) بمعدل (٢, ١ و ٦, ١) يوما/ السنة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، وفي فصل الربيع (مارس وإبريل) بلغ مجموع عدد أيام حدوث ظاهرة الرعد بين (٥١ و ٥٠) يوما، بمعدل (٦, ١ و ٥, ١) يوما/ السنة، أما ظاهرة البرق فقد تفوقها عددا، بحيث تراوح المجموع ما بين (٦٩ و ٧١) يوما، بمعدل (١, ٢ و ٢, ٢) يوما/ السنة، وربما يعزى هذا التزايد في عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق إلى تعرض قطر ومنطقة الخليج في هذه الفترة إلى المنخفضات الجوية من ناحية، وإلى نشاط تيارات الحمل وخاصة أن درجات الحرارة تأخذ في الارتفاع في أواخر الفترة الانتقالية (أبريل) من ناحية ثانية.

٤- تحدث عواصف الرعد والبرق في مقدمة أو مؤخرة مراكز المنخفضات الجوية، وقد تحدث أثناء مرور الجبهات الدافئة، أو ضمن القطاع الدافئ مع أنها تحدث - في الغالب - عند تقدم الجبهة الباردة.

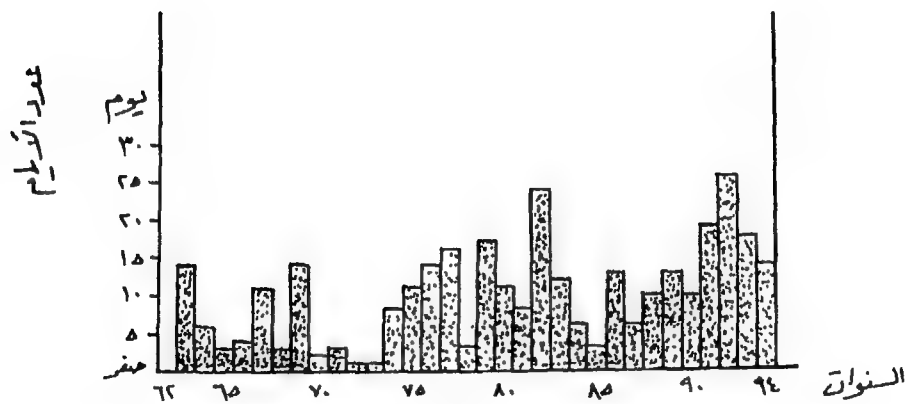
٥- قد تتراوح سرعة الرياح أثناء حدوث عواصف الرعد والبرق ما بين (٣٥ و ٤٥) عقدة/ الساعة، أي (٨, ٦٤-٤, ٨٣) كم/ الساعة، كما أن اتجاهاتها تتغير ما بين شرقية وجنوبية شرقية إلى غربية وشمالية غربية.

لا يقتصر التفاوت في عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق شهريا أو فصليا، وإنما يتضح هذا التفاوت سنويا على مدى فترة التسجيل (١٩٦٢-١٩٩٤) (الشكل ٤-٢٠ أ، ب) لعدد أيام حدوث هذه الظاهرة، يشير إلى:

١- تزايد حدوث عواصف الرعد والبرق في عامي ١٩٨٢، ١٩٩٢، فبلغ عدد أيام حدوث ظاهرة الرعد ما بين (٢٠, ١٨ و ٢٠, ١٨) يوما، وتراوح عدد أيام حدوث البرق بين (٢٤ و ٢٦) يوما على التوالي، في حين حدثت أدنى القيم لعواصف الرعد والبرق (يوم واحد) عامي (١٩٧٣، ١٩٨٥) و (١٩٧٣، ١٩٧٤) بالترتيب.



٥- مدرج عدد أيام الرعد



٦- مدرج عدد أيام البرق

شكل رقم (٤-٢٠)
مدرجات عدد أيام حدوث الرعد والبرق في موقع رصد الدومة
موزعة حسب السنوات للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)



٢- يبدو أن الفئة التي يزيد فيها حدوث عواصف الرعد والبرق عن (١٥) يوما كان نصيبها بين (١, ٦٪ للرعد، ٢, ١٨٪ للبرق) من المدة (٣٣) عاما، أما الفئة التي تتراوح بين (١٠-١٥) يوما، فقد تفاوتت الظاهرة في حدوثها وتركزها، إذ حظي الرعد بنسبة (٢, ٨٪) والبرق (٤, ٣٦٪) من المدة ذاتها، في حين تفوق الرعد على البرق في الفئة التي بلغت (٥-١٠) يوما، فكان نصيب الأول (٣, ٣٣٪) ونصيب الثاني (٢, ٢٤٪) من فترة التسجيل (٦٢-٩٤)، ولعل أكثر تركيزا لتكرارات عواصف الرعد والبرق يتمثل في الفئة التي تقل عن (٥) أيام، فقد شغل الرعد ما نسبته (٥, ٤٥٪)، واحتل البرق (٣, ٢٧٪).

٣- تشير الخصائص الواردة في البند (٢) إلى أن نسبة حدوث البرق في الفئة التي تزيد على (١٠) أيام بلغت (٥٥٪) من المدة، فيما تفوق حدوث الرعد ضمن الفئة التي تقل عن (١٠) أيام، فكان نصيبها (٨, ٧٨٪)، وهذا يعني أن وميض الضوء Flash of Light قد يحدث دون أن يتسبب في حدوث الرعد Thunder، أو أن أجهزة التسجيل التي تراقب حدوث عواصف الرعد والبرق قد تسجل البرق، أما الرعد فقد يكون ضعيفا أو بعيدا لدرجة أن الأجهزة لم تتمكن من رصده وتسجيله، ولهذه الأسباب نلاحظ أن متوسط عدد أيام حدوث البرق بلغت (١٠) أيام، بينما لا يزيد متوسط عدد أيام حدوث الرعد عن (٩, ٦) يوما للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) في الدوحة.

٤- يوحى (الشكل ٤-٢٠أ، ب) أن الاتجاه العام لمجموع عدد أيام حدوث عواصف الرعد والبرق يجنح نحو التزايد، بدليل تركيز التكرارات والفئات العليا في الفترة التي تعقب عام ١٩٧٨، هذه الخصائص تشير إلى تحولات وتغيرات مناخية تكون قد طرأت على المنطقة، الأمر الذي يؤدي إلى تكرار تعرضها لعدد أكبر من المنخفضات الجوية المتوسطة، جنبا إلى جنب مع حدوث المنخفضات الحرارية ذات النشأة المحلية، وخاصة أن الاتجاه العام للحرارة يميل - كما أشرنا سابقا - إلى التزايد، مما يمهّد لتزايد ونشاط تيارات الحمل التي تنجم عنها مثل هذه المنخفضات.

٣- التبخر: Evaporation

تعتبر عملية التبخر من الظواهر الطبيعية، وعامل من عوامل الفقد التي توليها الدولة اهتماما كبيرا، وخاصة أن قطر بحكم موقعها تخضع لنظام المناخ

الصحراوي الحار الجاف فترة طويلة من السنة تزيد على سبعة أشهر، حتى في الأشهر المطيرة فإن عدد الأيام التي تعتبر من وجهة النظر المناخية مطيرة، لا تتعدى بضعة أيام بل أحيانا ساعات، وفي ظل هذه الظروف تتأثر عملية التبخر وكمياتها بعوامل متشابكة أهمها:

(أ) عوامل مناخية: وتتمثل في: الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، الضغط الجوي، الرياح، الرطوبة الجوية، ضغط بخار الماء.

(ب) عوامل ذات علاقة بالجسم المائي الذي يتعرض لعملية التبخر من حيث درجة ملوحته، مساحته وعمقه.

(ج) عوامل بيولوجية: وترتبط بخصائص التربة الطبيعية، من قوام وبنية ولون.

(د) عوامل نباتية: وتنحصر في كثافة وتوزيع الكساء النباتي.

على الرغم من تعدد العوامل التي تتدخل في عملية التبخر، فإن درجة حرارة الهواء وما يتعلق بها من مسببات ونتائج تعتبر من أهم العوامل التي لها علاقة بسرعة التبخر وبطئه، وسيوضح ذلك فيما بعد، والجدير بالملاحظة أن بيانات التبخر المتوافرة والتي تم اعتمادها وتحليلها تمثلها خمسة مواقع رصد هي:

* مدينة الدوحة (المطار) ومسيعيد، ومصدر بياناتهما إدارة الأرصاد الجوية التابعة لوزارة المواصلات والنقل، وبيانات الدوحة تمثلها الفترة الممتدة من (١٩٧٦-١٩٩٤)، ومسيعيد ما بين (١٩٨٤ و ١٩٩٠).

* روضة الفرس، العطورية وأبو سمرة، ومصدر البيانات من نشرات سنوية تصدرها شعبة الأرصاد الزراعية والمائية بقسم البحوث المائية التابع لإدارة البحوث الزراعية والمائية بوزارة الشؤون البلدية والزراعة، وتمتد فترة التسجيل بين (١٩٨٠-١٩٩٢)، باستثناء موقع رصد العطورية فسجلاتها تقع ما بين عامي (١٩٨٢-١٩٩٢).

واعتمادا على هذه البيانات ستم دراسة التالي:

(أ) المتوسط اليومي والشهري والسنوي لكمية التبخر (ملم/ اليوم).

(ب) معدلات التبخر (ملم/ اليوم) موزعة على فصول السنة.

(ج) العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخّر (ملم/ اليوم) وكل من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية لمواقع الرصد في الفترة المعتمدة لكل منها.

(أ) المتوسط اليومي لكمية التبخر:

يتضح من الجدول الملحق للمتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر رقم (٤-٥) الخصائص التالية:

١- تبدأ المتوسطات اليومية للتبخّر بالتزايد التدريجي من يناير، ولكنها ترتفع فجأة بعد أبريل حتى يصل المنحنى قمته في يونيو، ثم تتناقص مرة أخرى بعد يوليو.

٢- تتمثل في شهر يناير - بغض النظر عن سنة التسجيل - أدنى المتوسطات اليومية للتبخّر في جميع مواقع الرصد، فهي بين (٣,٢٨) ملم/ اليوم في الدوحة، و (١,٨) ملم/ اليوم في روضة الفرس، و (٢,٨) ملم/ اليوم في العطورية، و (٣,٧) ملم/ اليوم في مسعيد، يستثنى من ذلك موقع رصد أبو سمرة، حيث يعتبر شهر ديسمبر أداها، فتبلغ حوالي (٣,١) ملم/ اليوم.

٣- يبدو أن أكبر كمية يومية تبخرت في الدوحة بلغت (١٨,٤٤) ملم/ اليوم في شهر يونيو من عام ١٩٨٣، وبلغت أداها (٣,٢٨) ملم/ اليوم في يناير عام ١٩٧٧، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٢١)

أكبر وأقل كمية تبخر في مواقع الرصد الرئيسة

أقل كمية			أكبر كمية			الكمية الموقع
السنة	الشهر	ملم/ اليوم	السنة	الشهر	ملم/ اليوم	
١٩٧٧	يناير	٣,٢٨	١٩٨٣	يونيو	١٨,٤٤	الدوحة
١٩٩٠	يناير	١,٨٠	١٩٨٣	يوليو	١٣,٠٠	روضة الفرس
١٩٨٢	يناير	٢,٨٠	١٩٨٦	يونيو	١٩,٥٠	العطورية
١٩٨١	ديسمبر	٣,١٠	١٩٨٣	يونيو	١٦,١٠	أبو سمرة
١٩٩٠	يناير	٣,٦٦	١٩٨٦	يونيو	٢٠,٥٨	مسعيد

من (الجدول رقم ٤-٢١) يتبين أن أكبر الكميات اليومية تبخرا تتفق وشهر الحرارة (يونيو) كما أن عامي (١٩٨٣-١٩٨٦) شهدا أكبر كمية يومية من التبخر على مدى فترة التسجيل، ويثثل شهر يناير أكثر الشهور برودة، حيث انخفضت كمية التبخر أثناءه إلى أدنى قيمها.

٤- ليس شرطا أن تنعكس هذه الخصائص على المعدلات السنوية العامة للتبخر، إذ بلغ أكبرها في موقع رصد الدوحة حوالي (٩,٨٠) ملم/اليوم عام ١٩٨٤، وفي العظورية (١٠,٥) ملم/اليوم عام ١٩٨٥.

٥- تتفاوت المعدلات السنوية العامة للتبخر من موقع رصد إلى آخر، تفاوتها من سنة إلى أخرى، فقد تراوحت كل منها خلال فترة التسجيل كما يأتي: في الدوحة: (٧,٧٣-٩,٨٠) ملم/اليوم، وفي روضة الفرس (١,٦-٧,٠) ملم/اليوم، وفي العظورية (٨-١٠,٥) ملم/اليوم، وفي أبوسمرة (٢,٦-١٠,٥) ملم/اليوم، وفي مسيعيد (٩,٢٧-٩,٨٤) ملم/اليوم.

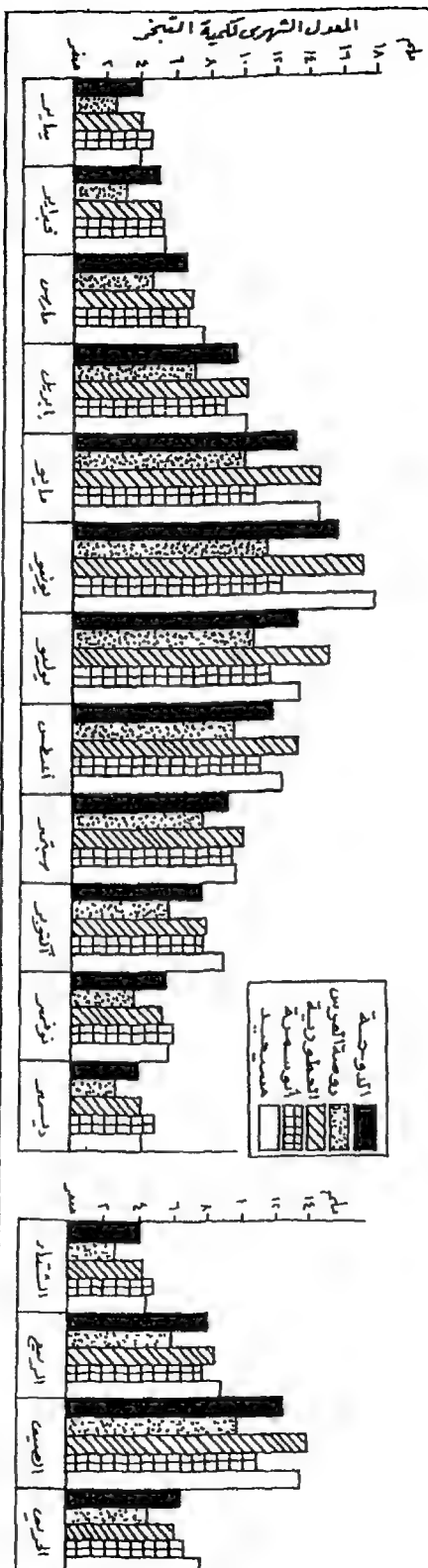
٦- يلاحظ من (الجدول الملحق رقم ٤-٥) أن المتوسطات اليومية العامة للتبخر تتزايد كمياتها بالاتجاه نحو الجنوب، فموقع رصد روضة الفرس الذي يتفق وخط عرض (٢٥°٤٩) شمالا، ويقع في وسط الجزء الشمالي من قطر، لاتزيد فيه كمية التبخر على (١٣) ملم كمتوسط يومي، وعن (٧) ملم كمتوسط عام، في حين يتراوح في موقع رصد مسيعيد المتفقة مع خط عرض (٢٤°٥٤) شمالا، وأبوسمرة الواقعة عند خط عرض (٢٤°٤٤) شمالا، بين (٥٨,٢٠-٩,٨٤) ملم، وبين (١٦,١-١٠,٥) ملم على التوالي، كما أنها تتزايد على الساحل الشرقي مقارنة بالساحل الغربي.

(ب) المتوسطات الشهرية والسنوية لكميات التبخر:

وفيما يختص بالتوزيع الجغرافي لمتوسطات التبخر الشهرية والسنوية في مواقع الرصد، فيبدو التفاوت بينها واضحا، وعليه يمكن من خلال قراءة الأعمدة البيانية (شكل رقم ٤-٢١)، (والجدول الملحق رقم ٤-٥)، استنتاج التالي:

١- تتفق جميع مواقع الرصد في ظاهرة تزايد المتوسطات الشهرية لكمية التبخر ابتداء من يناير حتى يونيو، ثم تأخذ في التناقص وبنفس المعدل تقريبا حتى

المعدلات الشهرية لكمية التبغ المزعة حسب اشهر و فصول السنة الموزعة لواقع رصد مختارة
 للفترة (١٩٧٦ - ١٩٩٤)
 سكر رقم (٤ - ٩)



ديسمبر، ورغم هذا التوافق، فإن التباين ينحصر في كميات التبخر، فالمتوسط الشهري في موقع رصد روضة الفرس يبلغ (٤, ٢) ملم/ اليوم، في حين يتزايد في موقع رصد العطورية إلى (٩, ٣) ملم/ اليوم، حتى يبلغ مداه في موقع رصد أبو سمرة (٥, ٤) ملم/ اليوم، ويعني هذا - تأكيداً لما سبق - أن المتوسطات الشهرية للتبخر تتزايد بالاتجاه نحو الجنوب مستجيبة بذلك مع عوامل ارتفاع درجة حرارة الهواء وجفاف الرياح وانخفاض مقدار الرطوبة.

تركز أعلى المتوسطات في شهر يونيو دون استثناء، مع وجود اختلاف في قيمها وتوزيعها الجغرافي، فأعلى القيم سجلت على الساحل الشرقي وفي الوسط، فالأول تمثله مسيعيد بمتوسط شهري بلغ (٩٣, ١٧) ملم/ اليوم، والثاني ينسحب على موقع رصد العطورية بمتوسط شهري (٢, ١٧) ملم/ اليوم، ويلاحظ أن الجزء الشمالي ممثلاً بموقع رصد روضة الفرس ما زال يحتفظ - بالمقارنة - بقيمته الدنيا التي بلغت (٥, ١١) ملم/ اليوم، شذ موقع رصد أبو سمرة في هذا الشهر عن قاعدة التدرج بالزيادة نحو الجنوب، فاحتل المرتبة الثانية بقيمة قدرها (٣, ١٣) ملم/ اليوم، مفصحا عن أن الساحل الغربي في شهر يونيو تنخفض خلاله درجة الحرارة مقارنة مع مواقع الرصد الأخرى، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الرطوبة في الجو، وهذا يفسر لنا تناقص التبخر نتيجة انخفاض درجة حرارة الهواء، والعكس صحيح.

٢- من خلال عقد مفاضلة لمتوسطات التبخر الشهرية بين مواقع الرصد في فترتين مختلفتين، تقع الفترة الأولى بين شهري يناير - يونيو، وتمتد الثانية بين يونيو- ديسمبر، فإننا نلاحظ أن مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر في مواقع رصد الدوحة والعطورية ومسيعد تميل نحو التزايد خلال الفترة الأولى بواقع (٥٤, ٢, ٢, ٥) ملم/ اليوم على التوالي، في حين يتجه مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر في مواقع رصد روضة الفرس، وأبو سمرة نحو التناقص بقيم تبلغ (-٦, ٠، -٢) ملم/ اليوم على التوالي.

كما تشهد الفترة الواحدة اختلافاً توزيعياً في مجموع المتوسطات الشهرية للتبخر باختلاف موقع الرصد، إذ يتزايد المجموع خلال الفترة الأولى من

(يناير - يونيو) على الساحل الجنوبي الشرقي (مسيعيد ٢٦, ٥٩) ملم/ اليوم وفي الوسط (العطورية ٨٠, ٥٧) ملم/ اليوم، ويتناقص في الشمال (روضة الفرس ٨٠, ٣٨) ملم/ اليوم، وعلى الساحل الجنوبي الغربي (أبوسمرة ٣٠, ٤٨) ملم/ اليوم، أما في الفترة الثانية (يوليو - ديسمبر) فيحتل موقع رصد العطورية المرتبة الأولى بمجموع (٨٠, ٥٥) ملم/ اليوم، يليه موقع رصد مسيعيد بمجموع (٥٦, ٥٣) ملم/ اليوم، بينما لا يحدث تغيير يذكر لموقعي رصد روضة الفرس وأبوسمرة.

٣- يتضح من (الشكل رقم ٤-٢١) أن موقع رصد روضة الفرس سجل أدنى المتوسطات الشهرية للتبخر على مدى الفترة (يناير - ديسمبر)، تراوحت بين (٤, ٢ و ٥, ١١) ملم/ اليوم، هذه السمة لا تنسحب على أي من مواقع الرصد الأخرى، أما أعلى المتوسطات فتناوبتها جميع مواقع الرصد على طول هذه الفترة.

٤- يتبين أن المتوسطات الشهرية للتبخر والتي تزيد على (١١) ملم/ اليوم تنحصر في غالبية أشهر الصيف (مايو، يونيو، يوليو وأغسطس)، أما أشهر الشتاء (ديسمبر، يناير وفبراير) فتقل فيها هذه المتوسطات عن (٥) ملم/ اليوم، ولهذه الخصائص علاقة بحالة تشبع الهواء ببخار الماء من عدمه، ففي الفترة الأولى (أشهر الصيف) يحتاج الهواء لكميات أكبر من بخار الماء، فتتشط عملية التبخر ويزداد الفاقد من المياه، في حين يكون الهواء قد وصل إلى درجة من التشبع أو قريب منها لانخفاض درجات الحرارة وانكماش الهواء لبرودته، الأمر الذي يحد من عملية التبخر وتقل بالتالي الكميات الفاقدة منه.

٥- من قراءة (الشكل ٤-٢١) نلاحظ أن فصل الشتاء أقلها تعرضا لعمليات التبخر، في حين تشط العملية في فصل الصيف لتصل المتوسطات إلى أعلى قيم لها.

٦- يتبين أن عمليات التبخر تتفوق في فصل الربيع عن مثيلاتها في فصل الخريف، وربما يرجع هذا التفاوت إلى سيطرة الرياح الجنوبية الحارة الجافة (السهيلي) في فصل الربيع والتي تعمل بدورها على خفض نسبة الرطوبة، وبالتالي نشاط عملية التبخر، في حين تتعرض قطر لتكرار هبوب الرياح

الجنوبية الشرقية الرطبة التي تؤدي إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو وبالتالي يصبح أقل ملاءمة لنشاط عملية التبخر.

٧- لا يقتصر التفاوت في كميات التبخر على فصول السنة فحسب، بل يتمثل هذا التفاوت بين مواقع الرصد المختلفة على مدار فصول السنة أو ضمن الفصل الواحد، فإجراء مقارنة بين موقعي رصد الدوحة ومسيعيد الواقعين على الساحل الشرقي لشبه الجزيرة، يتضح لنا أن مجموع كمية التبخر في موقع رصد مسيعيد يفوق نظيره في موقع رصد الدوحة، وعلى مدار فصول السنة، ففي فصلي الشتاء والصيف يتراوح مجموع التبخر في الأول - مثلاً - ما بين (٢٣، ١٣، ١٦، ٦٨) ملم/ اليوم، بينما يبلغ في الثاني (٥٥، ١٢، ٩٦، ٦٢) ملم/ اليوم، وبناء عليه فإن الفرق بين الكميتين لا يتجاوز في فصل الشتاء (٦٨، ٠) ملم/ اليوم، بينما يصل إلى (٥، ٢) ملم/ اليوم في فصل الصيف.

هذا التفاوت تزداد حدته بين الساحل والداخل بقدر ما تزداد بين مواقع الرصد الداخلية نفسها وفي مختلف الفصول، فموقع رصد أبو سمرة على خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر سجل في فصلي الشتاء والصيف ما يتراوح مجموعه بين (٥، ١٤ و ٥٥، ٠) ملم/ اليوم، وفي فصلي الربيع والخريف ما بين (٦، ١٥ و ٥، ١٣) ملم/ اليوم، وبالمقابل فإن هذه القيم تراوحت في موقع رصد روضة الفرس الداخلي بين (١٠، ٨ و ١٠، ٤٩)، (٧، ١١ و ٣، ٩) ملم/ اليوم على التوالي، والقيم الأخيرة هذه مقارنة مع قيم موقع رصد العطورية الذي يقع إلى الجنوب من موقع رصد روضة الفرس تثير تساؤلاً حول أسباب هذا التفاوت الواضح بين الموقعين مع أنهما يقعان في الداخل، وتفسير ذلك يكمن في أن موقع رصد العطورية يتعرض لهبوب الرياح الحارة الجافة وخاصة الجنوبية منها بدرجة أكبر مما يتعرض لها موقع رصد روضة الفرس الذي يخضع بالمقابل لعدد أكبر من تكرارات هبوب الرياح الشمالية الغربية، الأمر الذي يترتب عليه في الأولى إمكانية استيعاب المزيد من بخار الماء بسبب انخفاض نسبة رطوبته، فتزيد بالتالي عمليات التبخر عنه في الحالة الثانية.

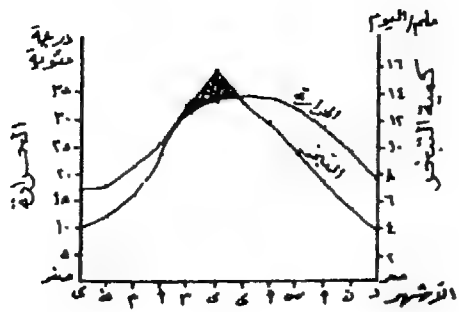
٨- وإذا اعتبرنا مجموع كمية التبخر التي تحدث في فصل الصيف (٦٢, ٣٠٥) ملم/ اليوم معيارا نقيس على أساسه الفاقد من المياه عن طريق التبخر في الفصول الأخرى، لتبين لنا عظم الفاقد منها في فصل الصيف، فالفاقد من المياه في فصل الربيع يشكل (٦, ٢٥٪)، في حين تتراوح نسبته بين (١, ٢٠٪ و ٥, ٢٠٪) في فصلي الشتاء والخريف، فكأن فصل الصيف يشكل ما نسبته (٨, ٣٣٪) من مجموع كمية التبخر، ولكن كمية التبخر تبلغ نسبتها في الواقع (٢, ٦٠٪).

(ج) العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخر ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية: العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخر ودرجة حرارة الهواء:

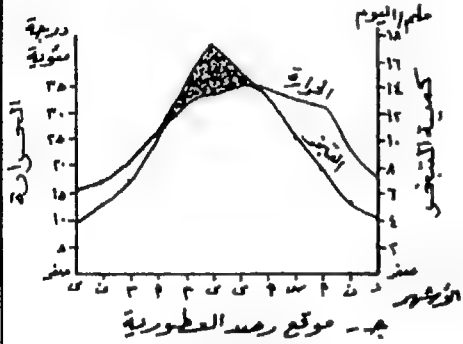
١- تشير المنحنيات (شكل رقم ٤-٢٢ أ-هـ) إلى أن المتوسط الشهري للتبخر يتزايد مع ارتفاع درجات الحرارة، ويتناقص مع انخفاضها، ومن الملاحظ أن أقصى كمية للتبخر في جميع مواقع الرصد تحدث في شهر يونيو، وهي بهذا لا تتفق مع أعلى متوسط لدرجة الحرارة والذي يتمثل في شهر يوليو، وإنما تتأثر بقوة الإشعاع الشمسي وعدد ساعات سطوع الشمس (صفاء الجو) اللذين يبلغان أوجهما في شهر يونيو، لذا يميل منحنى المتوسط الشهري للتبخر نحو اليمين، في حين ينحرف منحنى المتوسط الشهري لدرجات الحرارة بذيله نحو اليسار.

٢- من المؤشرات ذات المغزى أن المتوسط الشهري للتبخر يتزايد في قيمه في الفترة من (يوليو-ديسمبر) بدرجة تفوق معدلات الزيادة في الفترة من (يناير-مايو)، ولهذه الزيادة علاقة بدرجات الحرارة التي تحتفظ بقيمتها المرتفعة والتي لا تنخفض حتى في شهر ديسمبر عن (٥, ١٧)م من ناحية، ولا ترتباطها أحيانا بمنخفضات حرارية (من الجزيرة العربية) تؤدي إلى هبوب رياح جنوبية غربية ساخنة وجافة، وبالمختصر الموسمي الهندي الذي تنشط على إثره في أحيان أخرى رياح شمالية غربية حارة من ناحية ثانية.

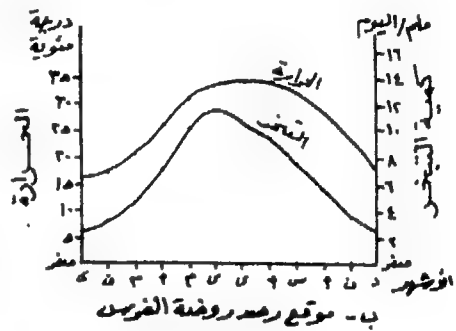
٣- يقترب اقتراب منحنى متوسط التبخر من منحنى درجات الحرارة بتزايد عمليات التبخر، والعكس صحيح، وفي حالة تقاطعهما، تصل كمية التبخر إلى أقصى درجاتها، وعلى هذا الأساس نلاحظ أن منحنى التبخر والحرارة في موقع رصد روضة الفرس يتباعدا نوعا ما، مما يشير إلى تناقص متوسطات التبخر،



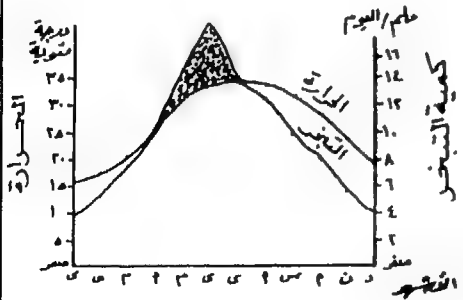
٩- موقع رصد الدومة



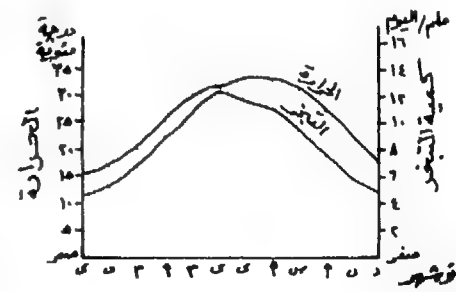
ج- موقع رصد العشورية



ب- موقع رصد روضة الفرس



د- موقع رصد مسعيد



د- موقع رصد أبو سمرة

شكل رقم (٤-٢٢)

العلاقة بين درجات الحرارة وكمية التبخر اليومية في مواقع رصد مختارة
موزعة حسب شهور السنة

وفي موقع رصد أبو سمرة يقتربان، دون أن يتلامسا أو يتقاطعا مما يوحي بتزايد متوسطات التبخر، أما في مواقع الرصد الأخرى: الدوحة، مسيعيد والعطورية، فإن المنحنين يتقاطعان في موضعين: الموضع الأول في شهر أبريل (منتصفه) وهذا يعني حدوث تحول مفاجئ في درجات الحرارة ارتفاعا، فتششط عمليات التبخر مما يترتب عليه تزايد كمياته، والموضع الثاني بين يوليو وأغسطس، وقد يحدث قبل يوليو كما هو الحال في موقع رصد الدوحة، وتعليل ذلك يكمن في بداية الانخفاض الفعلي لكميات التبخر ولكن بدرجات بطيئة، فبقدر ما تزايد مساحة المثلث التي تحصرها نقطتا التقاطع ورأس المثلث بقدر ما تزايد كميات التبخر والتي يمكن تسميتها بفترة الذروة، وهذا ما يؤكد الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٢)

مقارنة إحصائية بين فترات الذروة لمواقع رصد مختارة

الموقع	الفترة	أبريل	مايو	يونيو	يوليو
الدوحة	٠٠٠	_____	_____	_____	_____
مسيعيد	_____	_____	_____	_____	_____
العطورية	٠٠	_____	_____	_____	_____

..... الفترة العادية — فترة الذروة

من (الجدول رقم ٤-٢٢) يتبين أن فترة الذروة تتفاوت في مدتها وكمياتها بين مواقع الرصد الساحلية (الدوحة، مسيعيد)، فتفاوتها بين الساحل والداخل (العطورية)، فمع تناقص المدة التي تمثلها فترة الذروة تنخفض كميات التبخر (الدوحة) ومع تزايد المدة تزايد كميات التبخر (مسيعيد)، إلا أن عمليات التبخر في الداخل (العطورية) أكثر فاعلية ونشاطا وأقدر على سرعة وتزايد كمياته من الساحل، وتفسير ذلك ينحصر في أن الداخل يتعرض لرياح جافة، بعكس الساحل الذي يتميز بهواء رطب نسيبا، كما أن المدة التي تمثلها فترة الذروة تستمر من منتصف الأسبوع الأول لشهر إبريل حتى نهاية الأسبوع الثالث من شهر يوليو، في حين أنها قد تمتد على الساحل لفترة أقصر، إذ تتراوح في الدوحة ما بين منتصف

إبريل ومتتصف الأسبوع الأخير من يونيو، وفي مسيعيد سجل أكبر متوسط شهري للتبخر في يونيو حيث بلغ (٩٣, ١٥) ملم/ اليوم.

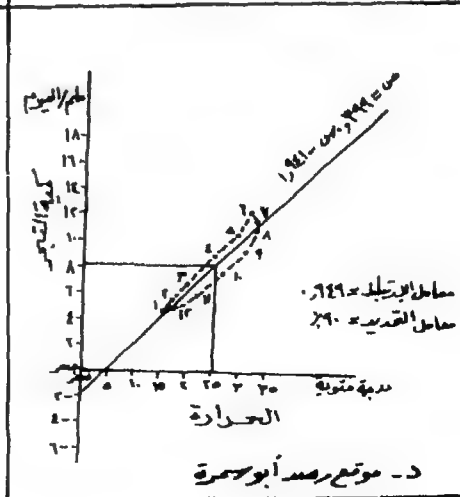
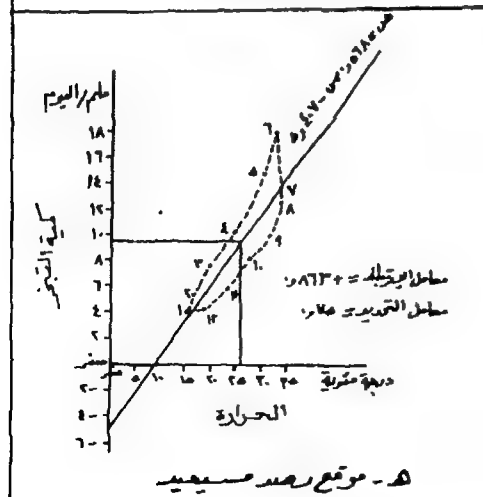
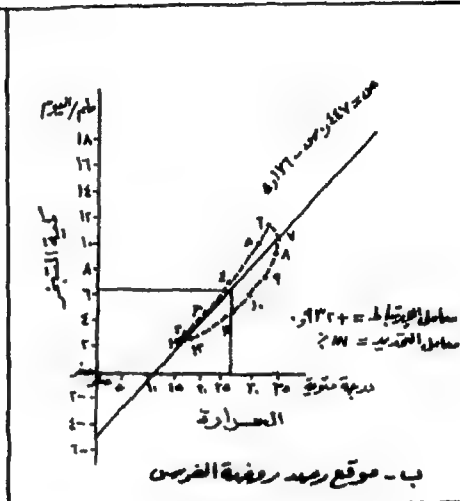
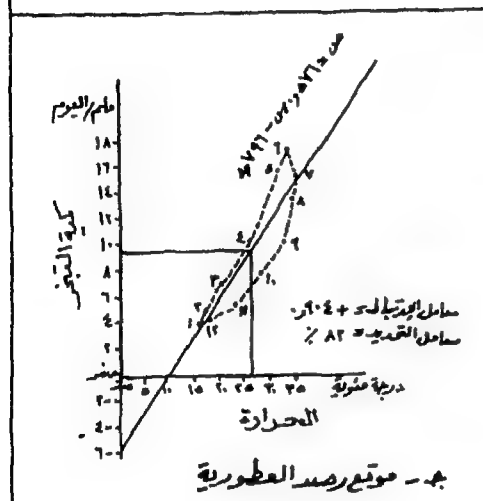
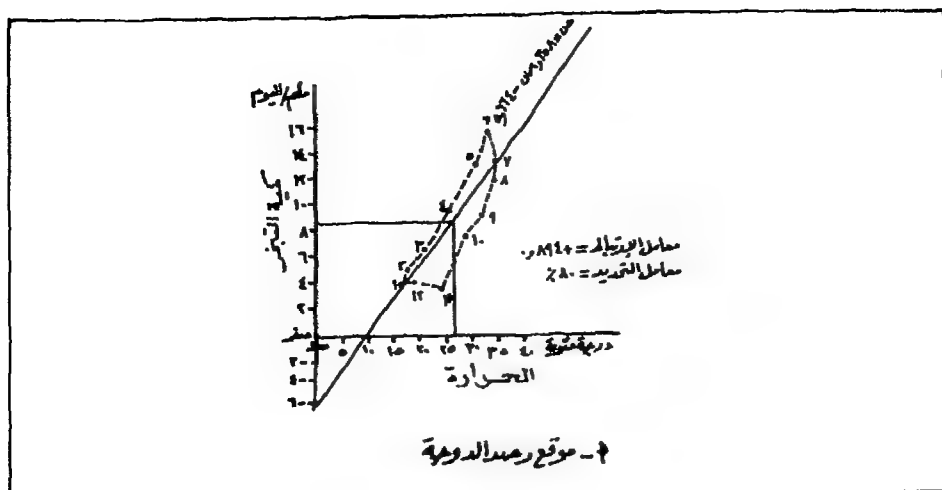
وفي محاولة لتمثيل العلاقة بين المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (متغير مستقل) والمتوسط الشهري للتبخر (متغير تابع) جبريا، يتضح لنا من الرسومات البيانية (رقم ٤-٢٣ أ-هـ) مجموعة خصائص نلخصها في التالي

١- العلاقة بين المتغيرين علاقة طردية (موجبة)، فكمية التبخر تتناقص مع انخفاض درجات الحرارة، والعكس صحيح.

٢- تقترن نوعية العلاقة الدالية بمدى اقتراب قيم المتوسطات من أول وقوعها على خط الانحدار، وتضعف العلاقة مع التوزيع الانتشاري للقيم وابتعادها أو شذوذ بعضها عن خط الانحدار، فنظرة تفحصية إلى الأشكال الممثلة لمعادلة خط الانحدار، يتبين أن أقوى العلاقات يتمثل في موقع رصد أبو سمرة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط $(+0.949)$ ، يليه موقعا رصد روضة الفرس والعطورية بقيم تتراوح بين $(+0.932)$ و $(+0.904)$ على التوالي، وأقلهما موقعا رصد الدوحة ومسيعد بقيمتين بلغتا $(+0.894)$ و $(+0.863)$.

٣- ما دامت هناك علاقة فإن النقط تنتشر على طول خط الانحدار بشكل منتظم، وقوتها تتمثل بمعامل التحديد Determination Coefficient، فالعلاقة تدرج في قوتها من موقع رصد أبو سمرة بمعامل تحديد (٩٠٪) على الساحل الجنوبي الغربي، باتجاه موقعي اليابس القطري روضة الفرس (٨٧٪) والعطورية (٨٢٪)، إلى أن نصل إلى الساحل الشرقي حيث أدنى قيم لمعامل التحديد تتمثل في الدوحة (٨٠٪) ومسيعد (٧٥٪).

٤- عند إجراء اختبار مستوى دلالة معامل الارتباط، توصلنا إلى أن قيم (ت) المحسوبة لجميع مواقع الرصد تتراوح بين (٤٠, ٥ و ٩, ٥٢)، وهي أكبر من قيمة (ت) النظرية (٣, ١٧)، لذا نرفض فرض العدم القائل بعدم وجود علاقة بين المتغيرين، ونقبل الفرض البديل، وأن قيم معاملات الارتباط المحسوبة لها دلالات معنوية إحصائية عند مستوى (٠, ٠١).



شكل رقم (٤-٢٣)

العلاقة الدالية بين فئات درجات الحرارة وكمية التبخر في مواقع رصد مختارة

٥- من الملاحظ أن الاختلافات في المتوسطات الشهرية للتبخر تتناقص من الساحل الشرقي لقطر باتجاه اليابس القطري، ومنه باتجاه الساحل الغربي، كما أنها تتناقص على الساحل الشرقي واليابس القطري من الجنوب باتجاه الشمال، والجدول التالي يشير إلى ذلك:

جدول رقم (٤-٢٣)

الاختلافات في قيم المتوسطات الشهرية للتبخر

الموقع	الساحل الشرقي		اليابس القطري		الساحل الغربي
	الدوحة	مسعيد	روضة الفرس	العطورية	أبو سمرة
الاختلافات %	٢٠	٢٥	١٣	١٨	١٠

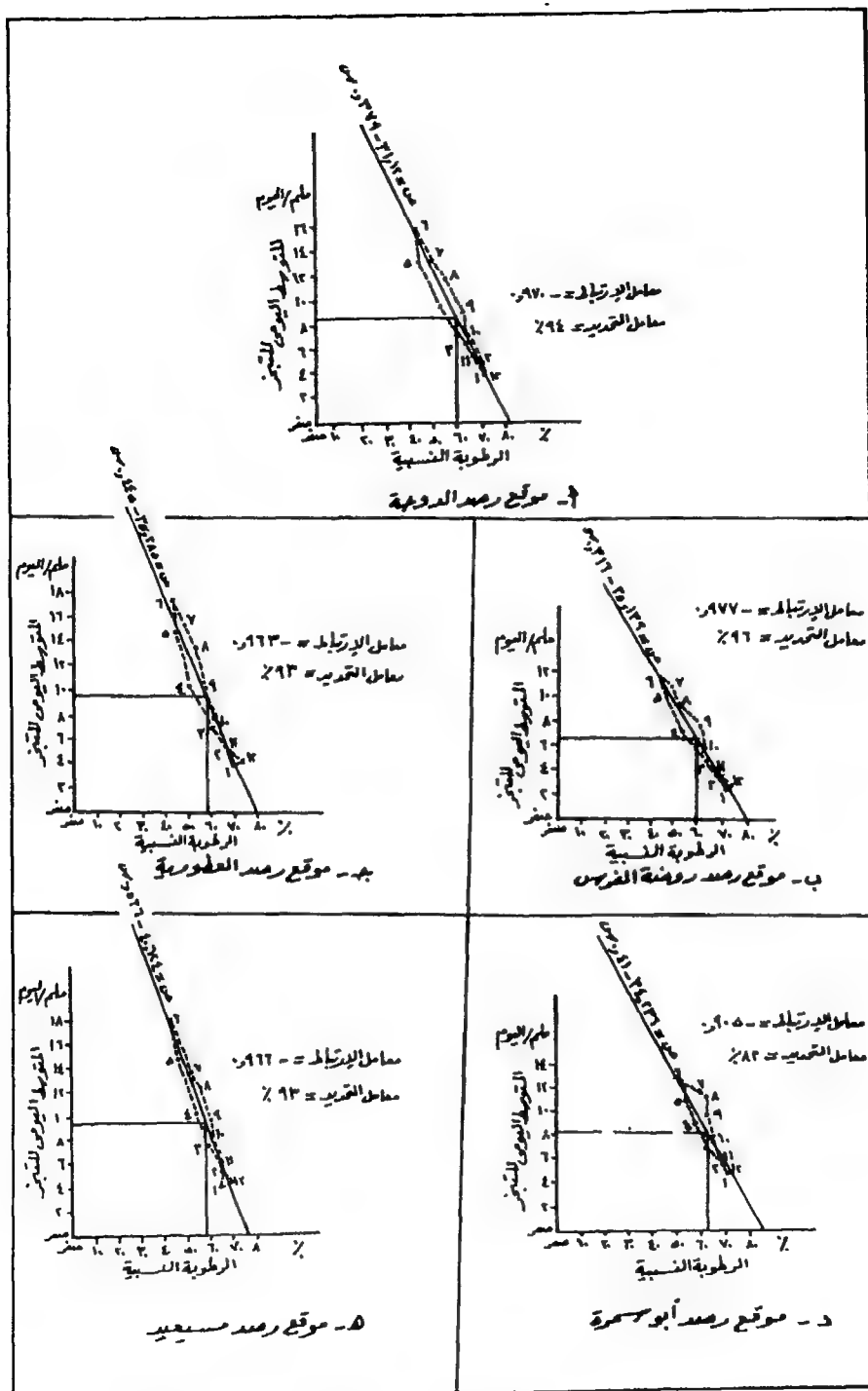
فبقدر ما تزداد شفه هذه الاختلافات بقدر ما يكون تأثير العوامل الأخرى كبيراً، ويضعف بالتالي أثر العامل الحراري، فقد تكون لعامل الرطوبة أو الضغط الجوي آثار مباشرة أو غير مباشرة على نشاط عملية التبخر على الساحل الشرقي، كما أن الغطاء النباتي في موقع رصد روضة الفرس عامل يحمي التربة من عمليات التبخر، ويقلل من فرص الاختلافات التي تظهر في موقع رصد العطورية.

٦- يوحى شكل الانتشار إلى أن التباين يبدأ في الظهور، والنقط في التغير مع تناقص معاملات الانتباط، بدءاً من الاعتدال الربيعي وحتى نهاية يونيو، ومن الاعتدال الخريفي حتى نهاية نوفمبر، ولعل هذه الخصائص المستوحاة ترتبط بارتفاع الحرارة المفاجئ، والتغيرات التي تطرأ عليها؛ نتيجة تعرض المنطقة لكتل هوائية متفاوتة في خصائصها، مما يؤدي إلى تفاوت كبير في درجات الحرارة، ومن ثم إلى تفاوت بين معدلات التبخر.

العلاقة بين المتوسط الشهري للرطوبة النسبية والمتوسط الشهري للتبخر:

من الأشكال البيانية (رقم ٤-٢٤ أ-هـ) نقف على التالي:

١- يوحى الانتشار المنتظم لقيم المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية والتبخر إلى وجود علاقة بينهما، هذه العلاقة يحدد نوعها اتجاه القطع الناقص Ellips الذي



شكل رقم (٤-٢٤) العلاقة الدالية بين فئات الرطوبة النسبية والمتوسط اليومي للتبخير في مواقع رصد مختارة

يأخذ اتجاهها شماليا غربيا - جنوبيا شرقيا، لذا فإن الارتباط في هذه الحالة يكون سالبا، أي أن العلاقة عكسية Inverse Correlation بين المتغيرين بمعنى أن تزايدا في متوسط الرطوبة النسبية يصحبه تناقص في المتوسطات الشهرية للتبخر، بعكس الوضع بين الحرارة والتبخر، وبين ضغط بخار الماء والتبخر.

٢- يشير شكل القطع الناقص في الرسومات البيانية إلى أن العلاقة بينهما علاقة قوية، وهي كما يبدو أقوى من العلاقة بين درجات الحرارة والتبخر، والسبب في ذلك يرجع إلى وقوع معظم التيم في مجال متقارب، أو أن بعضها يقع على امتداد خط الانحدار، كما هو الحال في قيم شهري فبراير ونوفمبر في موقع رصد مسيعيد، ولقياس درجة هذه العلاقة وتحديد نوعها وقوتها تم حساب معاملات الارتباط Correlation Coefficients.

ومع أن العلاقة قوية، فإن هذا لا يعني وجود علاقة سببية؛ لأن الارتباط لا يعني بالضرورة وجود مثل هذه العلاقة؛ لأنها ليست علاقة تبعية مباشرة، ومن هنا يمكن القول بأن الترابط بين المتوسط الشهري للرطوبة والمتوسط الشهري للتبخر ليس شرطا للسببية، ولكن السببية شرط للترابط.

٣- يبدو أن التدرج الذي لاحظناه في العلاقة بين المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة ومثيلاتها للتبخر والذي ينتقل صعودا من الساحل الشرقي إلى الوسط فالساحل الغربي، يتبدل تماما، حيث ينطلق التدرج متجها في هذه العلاقة من وسط الشمال (روضة الفرس) باتجاه الجنوب (العطورية)، ومنها باتجاه الساحل الشرقي (الدوحة ومسيعد)، والساحل الغربي (أبو سمرة)، فأقوى العلاقات يمثلها موقع رصد روضة الفرس بقيمة تبلغ (-٩٧٧، ٠)، تتناقص باتجاه الساحل الشرقي (الدوحة - ٩٧٠، ٠)، فالجنوب (العطورية - ٩٦٣، ٠) في حين تصل هذه العلاقة إلى أدنى قيمة لها (-٩٠٥، ٠) في أبو سمرة.

٤- يبقى أن نحدد قوة العلاقة بين المتغيرين، فمعامل التحديد في موقع رصد روضة الفرس يبلغ (٩٦٪)، أي أن (٩٦، ٠) من الاختلافات في المتوسط الشهري للتبخر تعزى إلى الاختلافات التي تطرأ على المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية، وأن (٠، ٠٤) فقط ترجع إلى عامل الصدفة أو

الأخطاء العشوائية، زادت الاختلافات في موقع رصد أبوسمرة عن ذلك، فبلغت حوالي أربعة أضعاف ونصف عما هي عليه في روضة الفرس؛ نظرا لتدخل عوامل أخرى قد تكون ذات علاقة بالرياح الجافة التي تأتيها من البر السعودي.

٥- عرفنا أن شكل انتشار القيم Scatter Diagram يؤثر على نوع العلاقة وقوتها، بمعنى أن بعض القيم تنحرف عن خط الانحدار، إلا أن هذا الانحراف يتفاوت من قيمة إلى أخرى تفاوته من شهر إلى آخر، ومثالنا على ذلك موقع رصد الدوحة: فلاحظ أن القيم التي تقع على يسار خط الانحدار سالبة بمعنى أن القيم المشاهدة وفق معادلة الانحدار وصيغتها كالتالي:

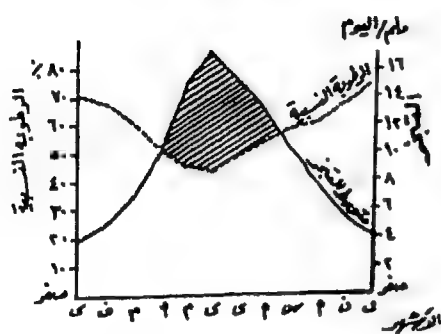
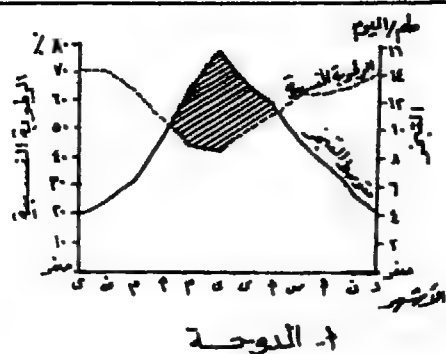
$$\text{صن} = ١٢٢, ٣١ - ٣٧٩, ٠ \text{ س}$$

تنحرف عن خط الانحدار بمقدار هذه القيم؛ فانحرف القيم في شهر يناير يبدو ضئيلا، ثم يزداد هذا الانحراف في شهر إبريل إلى أقصى قيمة له، وتتفق هذه الخصائص من ناحية مع الانخفاض السريع للرطوبة النسبية التي بلغت في يناير (٧١٪)، إلى (٥٣٪) في شهر إبريل، وترتبط من ناحية ثانية مع التزايد السريع لمتوسطات التبخر، فقيمة شهر يناير التي بلغت (٣,٨٦) ملم/اليوم، ارتفعت في شهر إبريل إلى (٩,٥) ملم/اليوم، أي أن الانخفاض والزيادة بلغا ما بين (٢٥,٤٪) للرطوبة، (١٤٦٪) للتبخر.

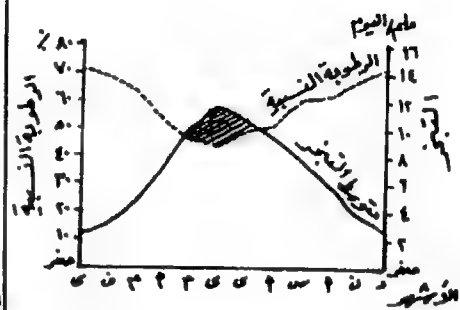
أما القيم التي تقع على يمين خط الانحدار فموجبة، أي أنها تزيد على القيم المتوقعة، فتتنحرف عن خط الانحدار بمقدار هذه القيمة، فيلاحظ أن تبعد النقط، واتساع مدى الانحرافات والاختلافات يبدأ في نهاية شهر يونيو؛ وذلك لتعرض المنطقة لهبات من رياح الكوس الجنوبية الشرقية، وهي رياح تتفاوت في مدى التقاطها لبخار الماء، الأمر الذي ينتج عنه كثير من التناقص، ومن نهاية شهر سبتمبر حتى شهر ديسمبر يخفت انتشار القيم وتبعثره، وتتقل الاختلافات، وتنكمش الفروق، وتلاشى إلى حد كبير الانحرافات عن القيم المشاهدة والمتوقعة؛ لأن الرطوبة النسبية في تزايد نسبتها تبدو شبه ثابتة تقريبا، مما يؤدي إلى نوع من التوازن بين هذه الزيادة ومقدار التناقص في التبخر، وينسحب هذا التحليل والتعليل على جميع مواقع الرصد.

٦- من الرسومات البيانية (رقم ٤-٢٥ أ-هـ) التي توضح التباين في العلاقة بين الرطوبة النسبية والتبخر موزعة حسب أشهر السنة، يتبين أن شهر يونيو في أي من مواقع الرصد يمثل قاسما مشتركا بين أعلى قيمة للمتوسط الشهري للتبخر وأدنى قيمة للرطوبة النسبية، ويقدر ما تنخفض أو ترتفع قيم الرطوبة النسبية من أبريل إلى نهاية أغسطس، بقدر ما تزايد أو تناقص كمية التبخر، بمعنى أن الزاوية التي يصنعها خط المضلع مع المستوى الأفقي في حالة كمية التبخر تكبر أو تصغر نتيجة انحرافه نحو اليسار (ابتعاده عن المركز) أو اليمين، وبالتالي تتسع المساحة التي يشكلها تقاطع الضلعين (الرطوبة، التبخر)، وتقل زاوية الرأس بالنسبة للتبخر، وتتمثل هذه الحالة في موقع رصد الدوحة والعطورية ومسيعيد حيث تتراوح زاوية الرأس بين (٧٩° و ٨٦° و ٥٦°) على التوالي؛ لأن انخفاض أو ارتفاع قيم الرطوبة النسبية الذي يصاحبه تزايد أو تناقص كمية التبخر يظهر بشكل حاد، وعلى النقيض من ذلك فإن التدرج في انخفاض قيم الرطوبة النسبية أو ارتفاعها من ناحية، وضيق الفروقات بينها من ناحية ثانية، من شأنه أن يؤدي إلى نوع من الاعتدال في كمية التبخر تزيادا أو تناقصا، وبالتالي إلى ضيق الزاوية التي يصنعها خط المضلع مع المستوى الأفقي أو اتساعها، وعليه تصغر المساحة التي تتشكل نتيجة التقاطع، ولكن زاوية الرأس تفوق مثيلاتها في الحالة الأولى، حيث تراوحت بين (١٢٠°) في موقع رصد روضة الفرس، و (١٢٢°) في موقع رصد أبوسمرة.

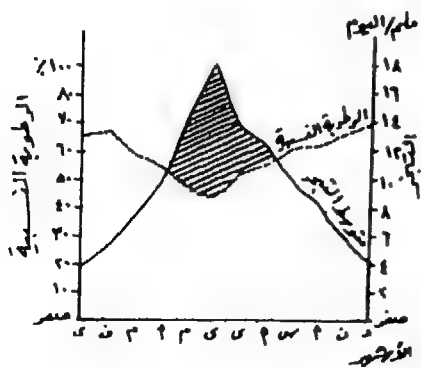
٧- من (الشكل رقم ٤-٢٥ هـ) لموقع رصد مسيعيد، نلاحظ مدى تأثير التغير في قيم الرطوبة النسبية على كمية التبخر في الفترة بين يونيو وأغسطس، حيث ارتفعت الرطوبة النسبية من (٥, ٤٣٪) في يونيو إلى (٥٢٪) في شهر يوليو، أي بفارق (٨, ٥٪)، فتناقصت كمية التبخر من (٩٣, ١٧ ملم/ اليوم إلى (٥٦, ١٣ ملم/ اليوم، وبالمقابل اتسعت الزاوية في الحالة الأولى وضاعت في الثانية، ولو استمر معدل الزيادة في الرطوبة النسبية على حاله، لانتقلت نقطة التقاطع من منتصف أغسطس إلى منتصف يوليو، ولكن الذي حدث أن ارتفعت الرطوبة النسبية ولكن بمعدل أقل (٣, ٥٪) فانحرف مضلع الرطوبة نحو اليمين فتناقصت الزاوية التي يصنعها مع المستوى الأفقي،



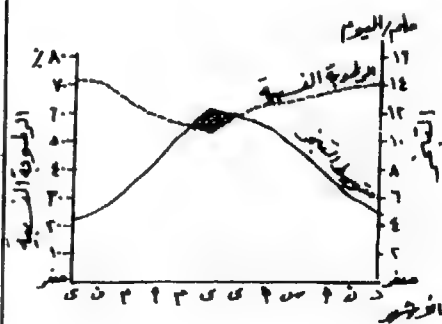
ج- العظورية



هـ- مسيحيه



هـ- مسيحيه



د- أبوسرة

شكل رقم (٤-٢٥)
العلاقة بين الرطوبة النسبية وكمية التبخر اليومي في مواقع رصد متتارة
موزعة حسب شهور السنة

واتسعت نتيجة لذلك الزاوية التي صنعها مضلع التبخر، بسبب انحرافه نحو اليسار، فكانت المحصلة أن زادت المساحة وبالتالي حركت نقطة التقاطع إلى منتصف أغسطس.

٤- الرطوبة الجوية Moisture (بخار الماء Water Vapour).

تعتبر الرطوبة من عناصر المناخ الأساسية، إذ تلعب دورا رئيسا في تشكيل الخصائص المتيورولوجية وتفاوتها من مكان إلى آخر، ومن وقت إلى آخر، وفي حدوث مظاهر التكاثف، وفي تباين نسبة الرطوبة في الجو Humidity، وفي شأء السحب Cloudiness، وفي التساقط precipitation، وفي الرؤية Visibility، كما أنها تشترك مع السحب في تنظيم عملية فقدان الأرض لحرارتها، منها: عملية التبادل الحراري Heat Exchange، وتبادل الرطوبة Moisture Exchange، كما ذكر (Howard, J., 1966, p. 37)، ولها علاقة بمقدرة الإنسان على تحمل درجات الحرارة، وقبل أن نتحدث عن أهم مظاهر التكاثف يجدر بنا أن نعالج موضوع الرطوبة:

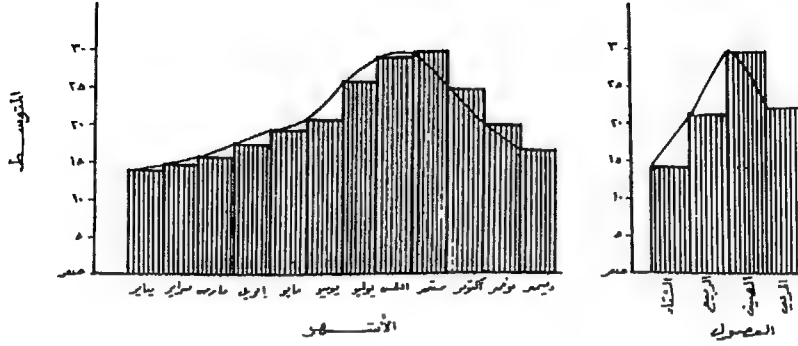
الرطوبة: Humidity

اهتمت إدارة الأرصاد الجوية في قطر كي تتعرف على مقدار الرطوبة النسبية بقياس مكوناتها: أهمها بخار الماء الموجود في الهواء، وحساب الضغط الناتج عنه.

١- ضغط بخار الماء: Vapour Pressure

وهو الضغط الناتج عن بخار الماء الموجود في الهواء، ويلاحظ من (الشكل رقم ٤-٢٦) أن ضغط بخار الماء يتزايد متدرجا ابتداء من شهر يناير، حتى يصل إلى أوج قمته في شهر سبتمبر، ثم يأخذ في التناقص التدريجي المعتاد، وهذا يعني أن ضغط بخار الماء يبلغ أدنى حد له خلال أشهر الشتاء، ويتزايد في الفترات الانتقالية ممثلا في الربيع والخريف، إلى أن يبلغ أقصى قيم له خلال أشهر الصيف، ولهذه الخصائص علاقة بكل من درجة الحرارة ومقدار الضغط الجوي، فالعلاقة بين درجة الحرارة وضغط بخار الماء بلغت قيمتها (+٨٤٧)، وهي كما يبدو علاقة موجبة (طردية)، والعلاقة بين الضغط الجوي وضغط بخار الماء بلغت

مدرج ومغنى التوسلات الشهرية لضغط بخار الماء في موقع رصد الدوحة
موزعة حسب الشهور وفصول السنة



شكل رقم (٤-٢٦)

(٠,٧٤٧)، وهي علاقة سالبة (عكسية)، وتشير هاتان القيمتان إلى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة وانخفض الضغط الجوي ارتفع مقدار ضغط بخار الماء، بمعنى أن الهواء يمكن أن يستوعب كمية أكبر من بخار الماء الذي يحملها نفس حجم هذا الهواء، والعكس صحيح، أي أن قدرة الهواء على حمل كميات أخرى من بخار الماء تتناسب طردياً مع درجات الحرارة، وعكسياً مع مقدار الضغط الجوي وحتى مع الرطوبة النسبية رغم ضعف العلاقة بين ضغط بخار الماء والرطوبة النسبية (شكل رقم ٤-٢٧).

وفي حالة ما إذا بلغ الهواء درجة التشبع Saturated، فإن الهواء يكون قد احتوى على كمية بخار الماء التي يستطيع حملها، وبهذا يصل إلى درجة حرارة نقطة الندى Dew-Point Temperature.

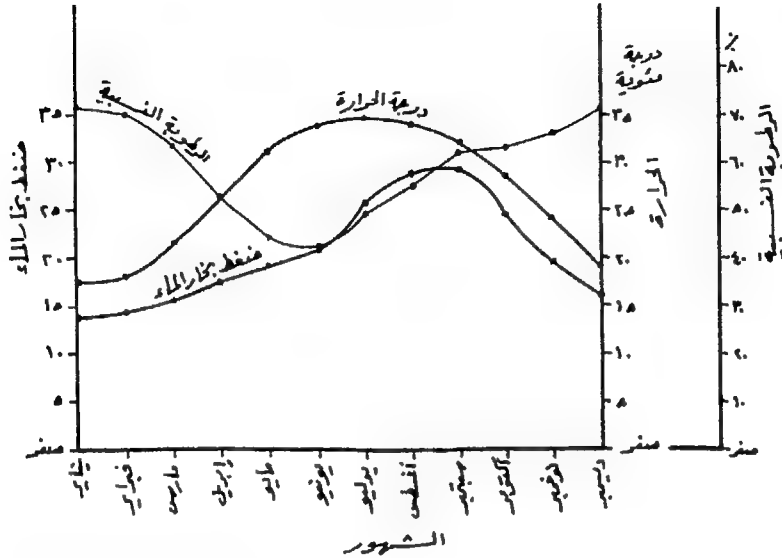
حيث يتبين من (الشكل رقم ٤-٢٨) أن درجة حرارة نقطة الندى تتفق في تزايدها المتدرج مع ضغط بخار الماء، وهي الحالة التي يكون فيها الضغط الفعلي لبخار الماء مساوياً لضغط بخار الماء في حالة التشبع، ولعل العلاقة بين ضغط بخار

قيم معامل الارتباط بين :

الحرارة والرطوبة = - ٨٠٠

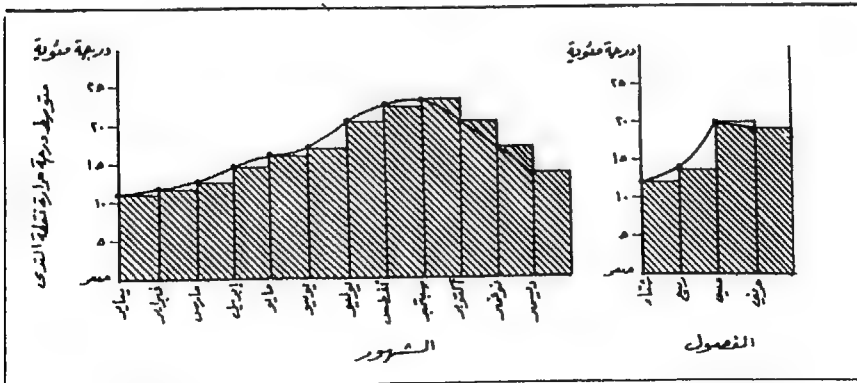
الحرارة وضغط بخار الماء = + ٨٤٧

الرطوبة وضغط بخار الماء = - ٣٦٦



شكل رقم (٤-٢٧)

مخطبات العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وضغط بخار الماء في موقع رصد الدرجة موزعة حسب شهور السنة



شكل رقم (٤-٢٨)

مديج ومخني التوزيعات الشهرية لدرجة حرارة نقطة الندى في موقع رصد الدرجة موزعة حسب شهور وفصول السنة

الماء ودرجة حرارة نقطة الندى علاقة موجبة وقوية تبلغ (+٩٩٥,٠)، كما أن العلاقة بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة نقطة الندى موجبة (+٨٥٦,٠)، في حين أن العلاقة مع الضغط الجوي علاقة سالبة تبلغ (-٧٣٠,٠).

٢- الرطوبة النسبية: Humidity

يبلغ المعدل السنوي العام للرطوبة النسبية في قطر (١, ٦١٪)، إلا أنها تتفاوت من موقع رصد إلى آخر تفاوتها من شهر إلى آخر، والجدول التالي يوضح هذا:

جدول رقم (٤-٢٤)

متوسط الرطوبة النسبية في مختلف المواقع (٪)

الموقع الشهر	الدوحة	م الحكومة روضة الفرس	الخطورية	أبو سمرة	مسيميد	العريش	المعدل الشهري
يناير	٧١	٧١,٤	٧٠,٦	٧١,٥	٦٥	٧٣	٧٠,٤
فبراير	٧٠	٦٨,٤	٦٧,٦	٧٠,١	٦٦,٥	٧١	٦٨,٩
مارس	٦٣	٦٣	٦٠,٥	٦٣,٨	٥٩,٥	٧١	٦٣,٥
أبريل	٥٣	٥٢,٩	٥٠,٨	٥٨,٢	٥٤	٦٥	٥٥,٧
مايو	٤٤	٤٥,٦	٤٤,٧	٥٥,١	٤٦,٥	٦٢	٤٩,٧
يونيو	٤٢	٤٣,٧	٤٣,٢	٥٢,٩	٤٣,٥	٦٤	٤٨,٢
يوليو	٤٩	٤٨,٣	٤٨,٥	٥٨,٨	٥٢	٦٦	٥٣,٨
أغسطس	٥٥	٥١	٥٢,٩	٦٢,٩	٥٥,٥	٦٨	٥٧,٦
سبتمبر	٦٢	٦٠,٣	٥٧,٤	٦٣,٥	٦٠,٥	٧١	٦٢,٥
أكتوبر	٦٣	٦٢	٦٠,٣	٦٥,٥	٦١,٥	٧١	٦٣,٩
نوفمبر	٦٦	٦٧,٧	٦٦,٤	٦٨,٦	٦٥,٥	٧١	٦٧,٥
ديسمبر	٧١	٧٢,٢	٧٣,٢	٧٠,٧	٦٩	٦٤	٧٠,٠
م. السنوي	٥٩,١	٥٩,٢	٥٨,٠	٦٣,٤	٥٨,٥	٦٩	٦١,١
يتبع توزيع الرطوبة حسب الفصول							
الشتاء	٧٠,٧	٧٠,٧	٧٠,٥	٧٠,٨	٦٦,٨	٦٩,٣	٦٩,٨
الربيع	٥٨,٠	٥٨,٠	٥٥,٧	٦١,٠	٥٦,٨	٦٨,٠	٥٩,٦
الصيف	٥٠,٤	٤٩,٨	٤٩,٣	٥٨,٦	٥١,٦	٦٦,٢	٥٤,٣
الخريف	٦٤,٥	٦٤,٩	٦٣,٤	٦٧,١	٦٣,٥	٧١,٠	٦٥,٧

ومن (الجدول رقم ٤-٢٤) يتضح أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية بلغ في الدوحة (١, ٥٩٪) مقابل (٥٨٪) في الخطورية و (٤, ٦٣٪) في أبو سمرة و (٦٩٪) في موقع رصد العريش، وتعكس هذه النسب أثر الخليج العربي كمسطح مائي في

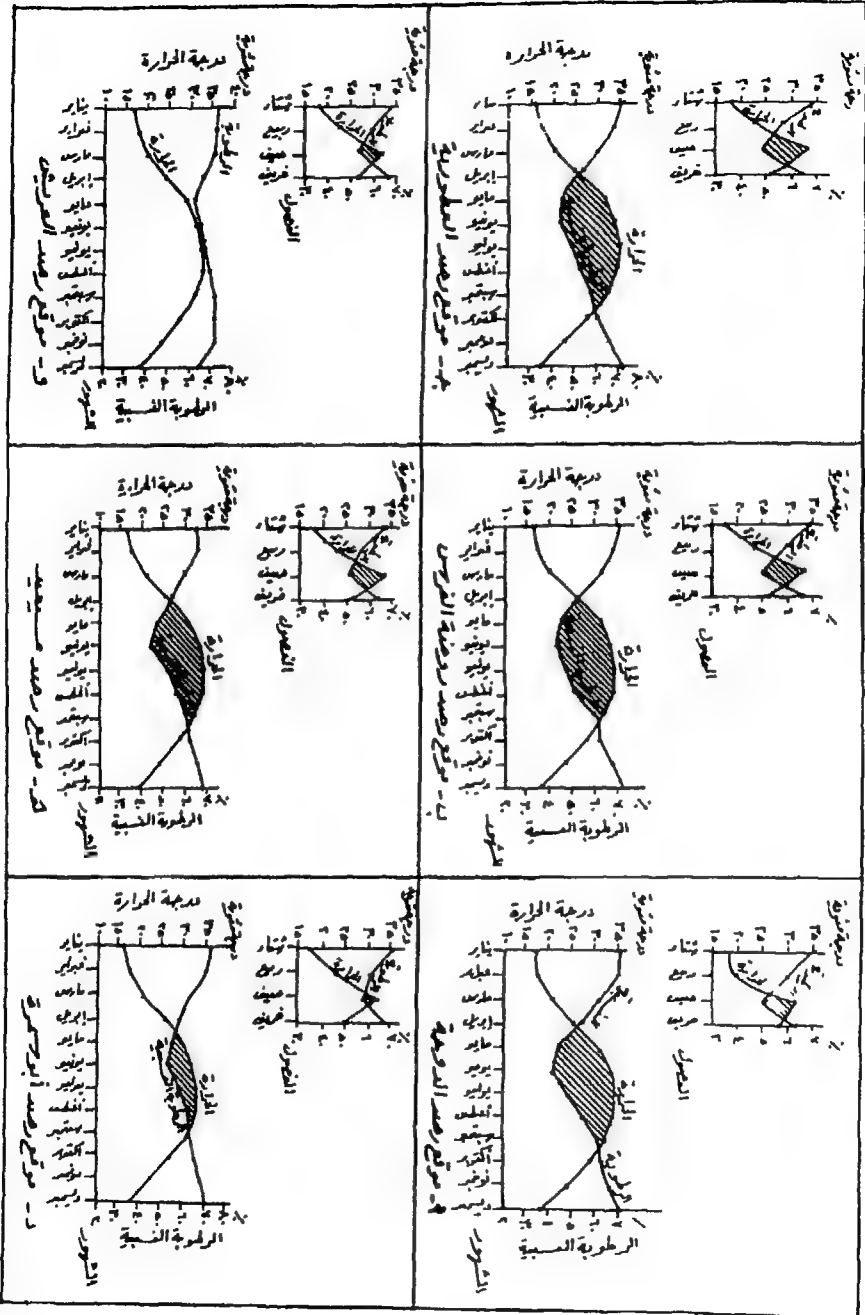
ارتفاع نسبة الرطوبة في المناطق الساحلية، إذ نلمس هذا الأثر في ارتفاع الرطوبة النسبية في كل من العريش الواقعة على الساحل الشمالي الغربي، وأبو سمرة الواقعة عند رأس خليج سلوى في الطرف الجنوبي الغربي لقطر، والدوحة الواقعة في منتصف الساحل الشرقي، ويبدو أن معدل الرطوبة النسبية يتناقص بنسبة تتراوح بين (١,٢٪ و ٥,٤٪) في الداخل عنه على الساحل، وربما تصل إلى (١١٪)؛ لأن المناطق الداخلية تصلها الرياح جافة نسبياً.

ويلاحظ أن الرطوبة النسبية على الساحل الغربي أكثر ارتفاعاً منها على الساحل الشرقي، بسبب مواجهة هذا الساحل للرياح الشمالية الغربية السائدة التي تتميز بحالة من التشبع ببخار الماء أثناء رحلتها عبر مياه الخليج، ويتمثل هذا الوضع في دول الخليج العربي نحو الجنوب، فتتراوح بين (٤١٪) في الكويت، و (٥٤٪) في الظهران، و (٦٤٪) في أبو ظبي، و (٦٩٪) في الشارقة (الكليب ص ٦١).

يبدو أن العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية علاقة سالبة، بمعنى أن المنحنى البياني الصاعد لدرجة الحرارة يقابله بالمثل منحنى بياني هابط للرطوبة النسبية (شكل رقم ٤-٢٩ أ-و)، حيث تشترك جميع مواقع الرصد في ظاهرة واحدة وهي ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية في الفترة ما بين أبريل وسبتمبر، مع بعض التجاوزات البسيطة من حيث حدوث هذه الظاهرة في فترة مبكرة أو متأخرة شيئاً ما، وإذا عدنا إلى (الشكل رقم ٤-٢٧) سنلاحظ ظاهرة هامة في العلاقة بين الرطوبة النسبية ومتوسط ضغط بخار الماء (موقع رصد الدوحة)، وتتمثل هذه الظاهرة في أن الفترة التي تصل فيها الرطوبة النسبية إلى أدنى قيمة لها في شهر يونيو يبدأ متوسط ضغط بخار الماء في الارتفاع بشكل مفاجئ حتى قمته التي تحدث في شهر سبتمبر، وربما يعزى ذلك إلى أن هواء المنطقة الذي يتميز بحرارته وجفافه الظاهري يحمل معه كميات كبيرة من الهواء المنضغط رغم أن رطوبته النسبية تكون منخفضة (Blair, T.A., 1960, P. 51).

وفي تقييمنا للعلاقة بين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية لمختلف مواقع الرصد المعتمدة، يتبين أنها تزداد قوة في المناطق الداخلية من قطر وهي (روضة الفرس، العطورية)، حيث بلغت (٨٦٠، ٠ - ٨٥١، ٠) على التوالي، ثم

شكل رقم (٤-٩) الملائقة بين الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء في مختلف حصص مختارة موزعة حسب الشهور وتطور السنة



تتناقص هذه القيم بالاتجاه نحو الساحل، فتبلغ على الساحل الشرقي حوالي (-٨٠١، ٠) في الدوحة، (-٧٤٤، ٠) في مسيعيد، بينما تصل على الساحل الغربي (-٧٧٣، ٠) في أبوسمرة، وأدنى قيمة لها تتمثل في موقع رصد العريش، حيث لم تتجاوز (-٤٠١، ٠)، وتفسير ذلك يكمن في أن المناطق الداخلية أكثر احتمالا في التغيرات التي تحدث لدرجة حرارة الهواء (ارتفاع وانخفاض) من المناطق الساحلية وبالتالي تزداد أوتقل مقدرة على حمل كميات أكبر من بخار الماء، فتتخفض أو ترتفع نتيجة لذلك الرطوبة النسبية، ومن هنا يحدث توازن أو حتى شبه توازن بين ارتفاع وانخفاض درجة حرارة الهواء، ومقدرته من عدمها على حمل بخار الماء، وبين انخفاض أو ارتفاع الرطوبة النسبية، أما في المناطق الساحلية فإن درجة حرارة الهواء أقل تغيرا وتقلبا، الأمر الذي يؤدي إلى عدم التفاوت في مقدار بخار الماء الذي يستطيع الهواء حمله وبالتالي يحدث نوع من الاتساق أو عدم التذبذب في الرطوبة النسبية ارتفاعا وانخفاضا لدرجة أن العلاقة بينهما تصبح ضعيفة جدا كما هو الحال في موقع رصد العريش (شكل رقم ٤-٢٩).

الرطوبة النسبية في فصل الشتاء:

يتراوح متوسط الرطوبة النسبية في فصل الشتاء بين (٦٦,٨٪) في مسيعيد، وبين (٦٩,٣٪-٨٠,٧٪) في مواقع الرصد الأخرى (جدول رقم ٤-٢٤)، هذا التفاوت (شكل رقم ٤-٢٩ أ-و) يظهر جليا بمقارنة أشهر الشتاء مع بعضها البعض، فقد يزيد المتوسط على (٧٣٪) كما هو الحال في ديسمبر بالنسبة لموقع رصد العنطورية، وفي يناير في موقع رصد العريش، وقد ينخفض إلى (٦٤٪) في ديسمبر في روضة الفرس، وإلى (٦٥٪) في يناير في مسيعيد.

أما متوسط الرطوبة النسبية في فبراير، فإنه يتراوح بين (٦٦,٥٪ و ٧١٪)، ويعزى هذا التفاوت إلى تعرض قطر أحيانا إلى الهواء المداري البحري الذي قد يكون مشبعاً لدرجة تؤدي إلى ارتفاع الرطوبة النسبية، وفي أحيان أخرى إلى الرياح الشمالية الغربية الجافة التي تعمل على انخفاضها.

الرطوبة النسبية في فصل الربيع:

يشهد فصل الربيع انخفاضا ملحوظا وربما سريعا في قيم الرطوبة النسبية في غالبية مواقع الرصد عما لمسه في فصل الشتاء، إذ تهبط في موقع رصد العظورية من (٥٠,٧٪) إلى (٥٥,٧٪) أي بمدى يبلغ (١٤,٨٪)، وفي موقع رصد العريش من (٦٩,٣٪) إلى (٦٨٪) أي بفارق (١,٣٪)، ويلاحظ أن متوسط الرطوبة يتناقص من الساحل الغربي باتجاه الوسط فالساحل الشرقي، نظرا لتعرض الأخير للرياح الحارة والجافة والتي تعمل على انخفاض متوسط الرطوبة النسبية، هذا التفاوت يعتبر انعكاسا لما يطرأ على قيمه من تغير في شهري مارس وإبريل، ففي شهر مارس تنخفض الرطوبة النسبية إلى (٥٩,٥٪) في مسيعيد، ولكنها تحتفظ بقيمتها في موقع رصد العريش، في حين تتراوح ما بين (٦٠,٥٪ - ٦٣,٨٪) في مواقع الرصد الأخرى، وفي شهر أبريل يواصل متوسط الرطوبة النسبية انخفاضه بحيث لا يقل عن (٥٠٪) في جميع مواقع الرصد، وقد يصل إلى (٦٥٪) في موقع رصد العريش.

الرطوبة النسبية في فصل الصيف:

لعل انخفاض متوسطات الرطوبة النسبية في فصل الصيف تعكس خصائص الكتل الهوائية التي تتميز بشدة الجفاف، وخاصة المدارية الموسمية منها من ناحية، والتغير الذي يطرأ على درجات الحرارة ارتفاعا من ناحية ثانية، إذ ينخفض متوسط الرطوبة النسبية إلى أدنى قيم له في شهر يونيو بحيث يتدرج في الارتفاع من (٤٢٪) في موقع رصد الدوحة على الساحل الشرقي إلى (٤٣٪) في الوسط (روضة الفرس والعظورية)، إلى (٥٣٪) في الجنوب الغربي (أبوسمرة) على الساحل الغربي، باستثناء موقع رصد العريش الواقع في الطرف الشمالي الغربي لقطر، فإنه يشهد أدنى انخفاض لقيمه في شهر مايو، بحيث سجل متوسطا مقداره (٦٢٪).

ونلاحظ من هذا السياق أن الرطوبة النسبية تتناقص على الساحل الشرقي بالاتجاه نحو الشمال، وتبدو قيمها في حالة من التماثل في وسط البلاد، إذ تتزايد على الساحل الغربي - بعكس الحال على الساحل الشرقي - من الجنوب (أبوسمرة) باتجاه الشمال (العريش)، وتعليل ذلك يكمن في أن مواقع الرصد الجنوبية على الساحل الشرقي تستقبل الرياح الجنوبية الشرقية (الكوس) قبل مواقع الرصد الواقعة



إلى الشمال منها، أما على الساحل الغربي، فإن موقع رصد أبو سمرة الواقع عند الطرف الجنوبي الغربي لقطر، وعند رأس خليج سلوى، يتأثر بضيق المسطح المائي، وبالرياح الجافة في حين يفتح موقع رصد العريش على مسطح الخليج العربي الأكثر اتساعاً رغم تعرضه للتيار الهوائي الشمالي الغربي الجاف.

وتذكيراً فإن متوسط الرطوبة النسبية يأخذ في الارتفاع التدريجي خلال فترة الصيف المتبقية، فيتراوح بين (٤٩٪-٦٢٪) في الدوحة، و(٤٨٪-٦٠٪) في روضة الفرس، و(٤٨٪-٥٧٪) في العطورية، و(٥٩٪-٦٤٪) في أبوسمرة، و(٥٢٪-٦١٪) في مسيعيد، و(٦٤٪-٧١٪) في العريش. هذا التفاوت في قيم الرطوبة النسبية يعكس أثر سيطرة الهواء الجنوبي الرطب والذي يتميز الطقس خلاله بكونه مرهقا، لارتفاع درجات الحرارة من جانب وخاصة على الساحل الشرقي، كما أنها تبدي ارتفاعاً واضحاً على الساحل الغربي (أبوسمرة والعريش) مقارنة بقيم الرطوبة النسبية في فصل الربيع من جانب آخر، ويعزى ذلك إلى سيطرة الرياح الشمالية الغربية والغربية الرطبة.

الرطوبة النسبية في فصل الخريف:

تعتبر قيم الرطوبة النسبية في هذا الفصل استمراراً لما درجت عليه في فصل الصيف مع بعض الفروقات البسيطة، إذ تتراوح في شهري أكتوبر ونوفمبر ما بين (٦٠٪ و ٦٩٪) في جميع مواقع الرصد باستثناء العريش التي سجلت (٧١٪)، إلا أن التباين في قيم الرطوبة النسبية قد يظهر بوضوح إذا تمت المقارنة بين الساحل الشرقي والوسط الساحلي الغربي، والجدول التالي يشير إلى هذه الخصائص:

جدول رقم (٤-٢٥)

التفاوت بين متوسطات الرطوبة النسبية (أكتوبر، نوفمبر)

البيان	الساحل الشرقي		الوسط		الساحل الغربي	
	نوفمبر	أكتوبر	نوفمبر	أكتوبر	نوفمبر	أكتوبر
الدوحة	٦٢	٦٣	-	-	-	-
مسيعيد	٦٢	٦٦	-	-	-	-
روضة العرس	-	-	٦٨	٦٢	-	-
العطورية	-	-	٦٦	٦	-	-
أبو سمرة	-	-	-	-	٦٩	٦٦
العريش	-	-	-	-	٧١	٦٨



يبيّن (الجدول رقم ٤-٢٥) أن الاختلافات في متوسط الرطوبة النسبية بين الساحل الشرقي والوسط في شهر أكتوبر لا تذكر، في حين تزيد القيم على الساحل الغربي مقارنة مع قيم الوسط بفارق يبلغ بين (٦٪-٨٪)، أما في شهر نوفمبر فإن التباين في متوسط الرطوبة بين المناطق الثلاث يزداد وضوحاً، وخاصة بين الساحلين الشرقي والغربي، إذ يحوم الفرق بينهما حول نفس الفروقات السابقة (بين الساحل الشرقي والوسط)، بينما يضيق هذا الفرق بين الوسط والساحل الغربي ليبلغ (٣٪-٥٪) فقط.

بالرجوع إلى (الجدول رقم ٤-٢٤) نلاحظ أن متوسطات الرطوبة النسبية التي سجلتها مواقع الرصد على الساحل الشرقي لا تبدي اختلافات في شهر أكتوبر وإنما يزداد متوسط الرطوبة بالاتجاه نحو الجنوب (مسعيد)، أما في الوسط والغرب فإن نسبة الرطوبة ترتفع بالاتجاه نحو الشمال في كلا الشهرين (أكتوبر ونوفمبر) بفارق يبلغ (٢٪).

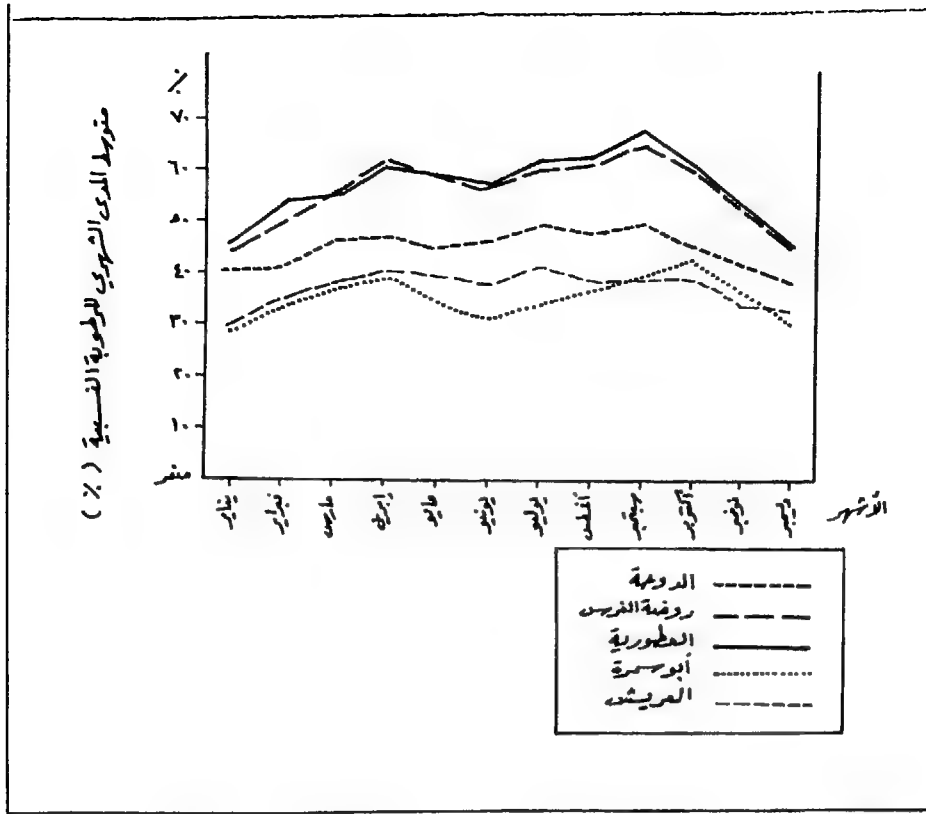
(ج) متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية:

فضلنا أفراد دراسة خاصة لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية، للوقوف على مدى التفاوت بين مختلف مواقع الرصد من ناحية، وبين أشهر السنة ضمن مواقع الرصد من ناحية ثانية، ولتوضيح ذلك نستعرض (الشكل رقم ٤-٣٠):

١- تكشف المضلعات البيانية عن وجود قمتين واضحتين لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية، تتمثل القمة الأولى في شهر أبريل، وينسحب هذا على مواقع رصد روضة الفرس والعطورية وأبوسمرة، أما القمة الثانية فيمثلها شهران: شهر سبتمبر بالنسبة لموقعي رصد روضة الفرس والعطورية، وشهر أكتوبر بالنسبة لموقع رصد أبو سمرة، ويلاحظ أن القمتين تحصران بينهما مقعرا يشير إلى انخفاض ملحوظ في متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية في شهر يونيو.

٢- يلاحظ أن المضلع البياني لمتوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية لمدينة الدوحة ينساب بشكل يخفي معه كثيراً من ملامح التباين، اللهم إلا من بعض القمم البسيطة التي قد تظهر لمتوسط المدى في إبريل ويوليو وسبتمبر.





شكل رقم (٤-٣٠) مقارنة التغير في متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية في مواقع رصد مختلفة موزعة حسب أشهر السنة

٣- يوحى التذبذب الواضح في شكل المضلع البياني لموقع رصد العريش بمدى الابتعاد عن الانتظام والتناسق والتدرج، بعكس ما يظهره المضلع البياني لكل من روضة الفرس والعطورية، ولعل هذه الخصائص تعكس ضعف العلاقة التي أشرنا إليها سابقا بين درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية أو ربما لعدم تحري الدقة في تسجيل البيانات.

٤- تشير المضلعات البيانية - بغض النظر عن مدى التفاوت ومدته - إلى أربع دورات (الدورة تعني التغير بالزيادة أو النقصان)، دورتان تتزايد خلالهما متوسطات المدى الشهري للرطوبة النسبية، الأولى: تقع بين يناير وأبريل، والثانية: بين يونيو وسبتمبر، ودورتان تتناقص أثناءهما المتوسطات. تمتد

الأولى : من أبريل إلى يونيو ، والثانية : من سبتمبر إلى ديسمبر ، وترتبط هذه الدورات بحركة الكتل الهوائية ، والدورتان اللتان تتزايد خلالهما متوسطات المدى الشهري للرطوبة ذات علاقة بالكتل الهوائية المدارية البحرية ، في حين تتأثر الدورتان الأخرتان بالكتل الهوائية المدارية القارية والموسمية .

٥- من الملاحظات التي تكشف عنها المضلعات البيانية ، أن متوسط المدى الشهري للرطوبة النسبية يتناقص على طول السواحل القطرية ، في حين أنه يتزايد بشكل واضح في وسط البلاد (روضة الفرس والعطورية) ، ليس هذا فحسب ، بل إن التناقص يظهر بين السواحل الشرقية والغربية ، وحتى على طول الساحل الواحد ، فمتوسط المدى الشهري في موقع رصد الدوحة (على الساحل الشرقي) يمثل حلقة وصل بين القيم المرتفعة في الوسط (روضة الفرس والعطورية) ، وتلك التي سجلت انخفاضاً على الساحل الغربي (أبوسمرة والعريش) ، كما أن الشكل البياني يكشف عن التفاوت في متوسط المدى بين الموقعين الأخيرين ، فرغم تطابق أجزاء المضلع الممثلة للفترة من يناير إلى إبريل نسبياً ، إلا أن الاختلاف تتسع شقته في فترتين ، الفترة الأولى من إبريل إلى سبتمبر حيث ترتفع خلالها القيم الممثلة لموقع رصد العريش ؛ لأنه أكثر انفتاحاً على مياه الخليج العربي ، وتعرضاً للرياح الشمالية الغربية والغربية ، وفي الفترة الثانية بين سبتمبر ومنتصف ديسمبر يحدث العكس ، إذ ترتفع متوسطات المدى في موقع رصد أبو سمرة ، حيث يتأثر بدرجة أكبر بالرياح الجنوبية الشرقية التي قد يكون الهواء فيها كامل التشبع .

٦- لا يقتصر التناقض بين متوسطات المدى على مواقع الرصد الساحلية ، بل يشمل الداخل القطري (روضة الفرس ، العطورية) ، حيث تتزايد قيم متوسطات المدى الشهري للرطوبة النسبية بالاتجاه جنوباً على مدار السنة فيما عدا الفترة الربيعية الممتدة من مارس إلى نهاية إبريل ، لتعرض مواقع الرصد الجنوبية لرياح السهيلي الجنوبية الحارة والجافة ، أما مواقع الرصد الشمالية (روضة الفرس) ، فتتأثر بهذه الرياح بدرجة أقل من ناحية ، وقد تتعرض لآثر مياه الخليج العربي من الجهة الشمالية من ناحية ثانية .



٦- دراسة لبعض مظاهر التكاثف:

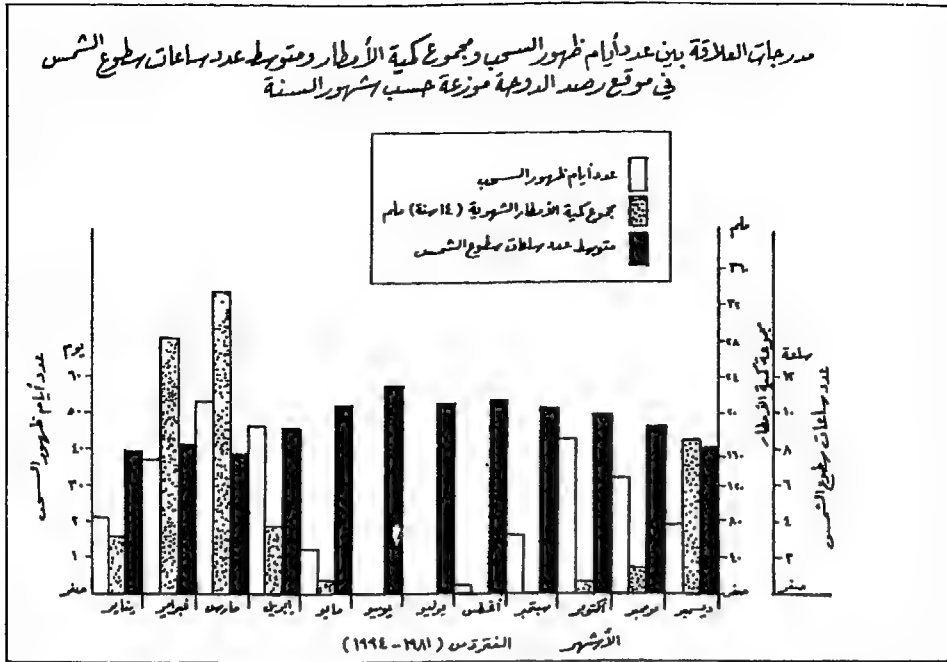
التكاثف Condensation هو تحول بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة، وتتوقف مظاهر التكاثف على مجموعة عوامل تنصدها نسبة الرطوبة الجوية وكمياتها، والانخفاض الذي يطرأ على درجات حرارة الهواء، ومدى توافر المجهرات الغبارية التي تتجمع حولها مظاهر التكاثف، والمستوى الذي يحدث فيه مثل هذا التكاثف، (عبد العزيز طريح شرف، ص ١٩١)، وتتمثل مظاهر التكاثف التي تحدث في شبه جزيرة قطر في مجموعتين: مجموعة تحدث قريبة من السطح، وتمثلها ظاهرة الضباب، وأخرى تشكل في طبقات الجو العليا وهي: السحب والأمطار:

(أ) الضباب: تمت دراسته ضمن مجال الزوايا الترابية ومدى الرؤية ص ٣٢٠.

(ب) السحب: لم تتوافر بيانات عن السحب إلا في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٨١-١٩٩٤) هذه البيانات جاءت ضمن نشرة تشير إلى عدد الأيام التي تظهر فيها سحب المزن الركامي (Cumulonimbus (CB، ولهذا سنعالجها من حيث مجموع عدد الأيام، وتوزيعها الشهري والسنوي، والتفاوتات الفصلية، فسحب المزن الركامي من السحب الممطرة التي غالباً ما يصحبها حدوث عواصف رعدية ويطلق عليها «المُعْصِرَات»، وتعني السحب تعتمر بالمطر (المنجد ص ٥٠٩)، وقد تلقت شبه جزيرة قطر كمية من السحب بلغ مجموع أيامها خلال الفترة (٢٨٢) يوماً، بمعدل سنوي (٢,١) يوماً، ولكن المتوسطات الشهرية والفصلية تتفاوت فيما بينها.

التفاوتات الفصلية في كمية السحب:

فصل الشتاء من أكثر الفصول سحبا، ولكن ما دمنا نتحدث عن سحب المزن الركامي فإنه يأتي في المرتبة الثانية من حيث مجموع عدد أيام حدوث مثل هذه السحب في قطر، فكان نصيبه (٣, ٢٧٪) من المجموع الكلي، انفرد شهر فبراير بحوالي (١, ٤٨٪) من مجموع عدد أيام حدوث السحب في فصل الشتاء، ومن الملاحظ أن عدد الأيام في هذا الفصل تتزايد من شهر ديسمبر حتى تبلغ الذروة في فبراير، حيث يتراوح متوسطها بين (٤, ١، ٥، ١، ٦، ٢) يوماً/ السنة على التوالي (الشكل رقم ٤-٣١).



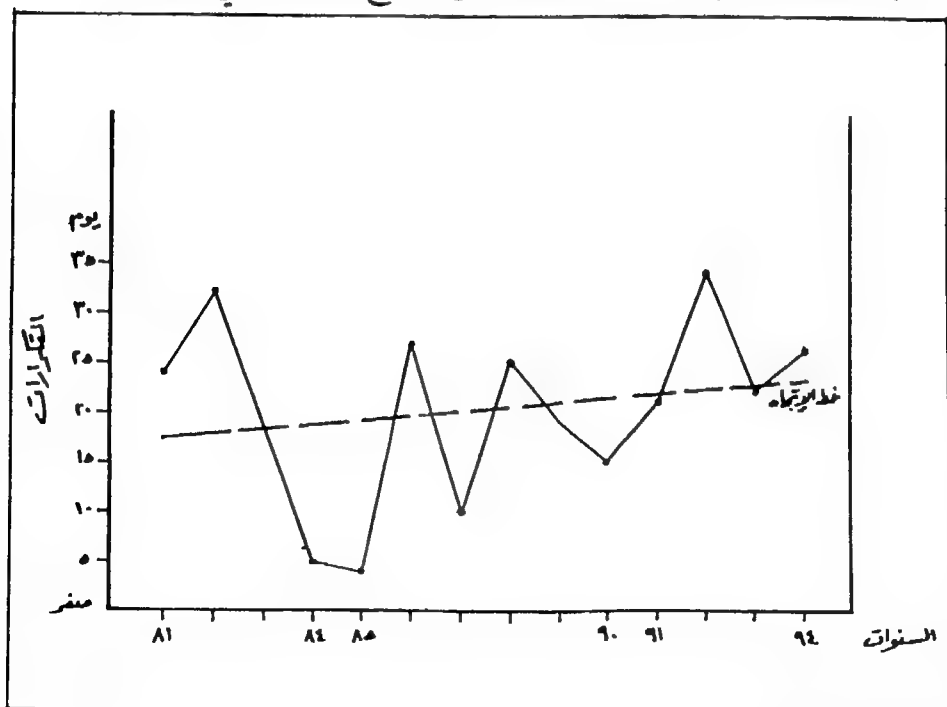
شكل رقم (٤) - (٣١)

أما فصل الربيع ممثلاً بشهري مارس وإبريل فيحظى بالنصيب الأكبر من تكرارات حدوث السحب بلغت (١, ٣٥٪) من المجموع الكلي، خص شهر مارس منها (٥, ٥٣٪) من مجموع عدد أيام فصل الربيع، لذلك يتراوح المتوسط بين (٣, ٨ و ٣, ٣) يوماً على التوالي، وما دامت كثافة السحب من هذا النوع تصحبها العواصف الرعدية التي تحدث أثناء مرور المنخفضات الجوية العنيفة، فإن هذه العواصف تصل ذروة تكراراتها في فصل الربيع.

وفي فصل الصيف الذي يمتد من مايو حتى سبتمبر، فإن شهر يونيو هو الشهر الوحيد الذي يخلو من هذا النوع من السحب على مدار السنة، كما أن سحب المزن الركامي في فصل الصيف لا تشكل سوى (١١٪) فقط من المجموع الكلي لتكرارات السحب، ولشهر سبتمبر الحظ الأوفر منها بنسبة (٥٠٪) من مجموع عدد أيام حدوث السحب في هذا الفصل، ولذلك يتراوح المتوسط الشهري بين (١, ١ و ١, ١) يوماً، ولعل هذه السحب ترتبط بعودة نشاط المنخفض الهادي الموسمي في أوائل سبتمبر والذي تصحبه الرياح الشمالية الغربية القوية.

تأخذ المنخفضات الجوية في فصل الخريف (أكتوبر ونوفمبر) طريقها نحو منطقة الخليج بما فيها قطر، لذا تتزايد كميات السحب وخاصة المزن الركامي ابتداءً من شهر أكتوبر، ولكنها تعود فتنخفض نسبة تكراراتها في شهر نوفمبر وحتى في ديسمبر، وقد تتعادل تكرارات السحب في فصل الخريف مع نظيراتها الشتوية، حيث تبلغ نسبتها (٦, ٢٦٪)، ولكن المتوسطات الشهرية في الخريف قد تفوقها، فهي في أكتوبر (١, ٣) يوما وفي نوفمبر (٣, ٢) يوما.

لعل التوزيع السنوي لعدد أيام حدوث السحب يتفاوت من سنة إلى أخرى شأنه في ذلك شأن التفاوت الفصلي، فكان عام ١٩٨٥ أقل السنوات تكرارا للسحب، حيث بلغت نسبتها (٤, ١٪)، في حين كان نصيب عام ١٩٩٢ في حدود (١, ١٢٪) من المجموع الكلي لتكرارات السحب، ولقياس التغيرات أو مركبات القوى التي تؤثر في خط اتجاه السحب، عمدنا إلى التمثيل البياني لعدد أيام هذه السحب في سلسلة زمنية (شكل رقم ٤-٣٢)، وتم اختيار متوسط متحرك مقداره خمس سنوات، فحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول:



شكل رقم (٤-٣٢)
خط الاتجاه العام لتكرارات حدوث السحب في الدفعة للفترة (١٩٨١-١٩٩٤)

جدول رقم (٤-٢٦)

الخصائص الأساسية لتكرارات السحب في الدوحة

المعدل السنوي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	معامل التغير	درجة التغير
٢٠,١٤	٨,٧٩	٢,٣٥	٤٣,٦٥	٠,٤٧٩ +

يتبين من (الجدول السابق رقم ٤-٢٦) أن معامل التغير السنوي عظيم جداً، ويشير إلى مدى ما تتأثر به تكرارات سحب المزن الركامي من تفاوت وتباين من سنة إلى أخرى، ويؤكد على أن المنخفضات الجوية المصحوبة بالعواصف الرعدية والتي تشكل على إثرها سحب المزن الركامي ليست نادرة الحدوث في قطر ومنطقة الخليج العربي، ويظهر لنا أن الاتجاه العام لعدد أيام حدوث سحب المزن الركامي خلال العقد والنصف الأخير يميل نحو التزايد بدليل درجة التغير الموجبة التي تبلغ قيمتها (٠,٤٧٩+)، ويعني هذا أن هناك اتجاهها عاما صاعدا Upward Secular Trend.

ولدعم هذا الاتجاه والتأكيد عليه تم حساب الاتجاهات العامة الشهرية والفصلية، ومن (الجدول الملحق رقم ٤-٦) و(شكل رقم ٤-٣٢) يظهر أن تكرارات ظاهرة سحب المزن الركامي تتجه في مجملها نحو التزايد، خاصة في الشتاء الذي يبدي تزايداً ملحوظاً بلغت قيمته (٠,٣٤٥+)، والصيف (شهر مايو) بدرجة تغير بلغت قيمته (٠,١٦٠+)، أما فصلي الربيع والخريف فيشهدان اتجاههما عاماً هابطاً، ولكنه هبوط طفيف لدرجة أنه لم يؤثر على الاتجاه العام الذي يرتبط كما هو واضح بتزايد تكرارات السحب في أشهر الشتاء والصيف، ولهذا نلاحظ أن معاملات التغير تتفاوت بين الشتاء والصيف من ناحية، فتتراوح بين (٨٦,٦٩٪، ١٢١,٦٨٪)، وبين الربيع والخريف التي تتناقص نسبتهما بتناقص درجتي التغير من ناحية ثانية، فبلغتا (٥٢,٤٧٪، ٨٤,٦٤٪).

(ج) الأمطار:

الأمطار التي تعتبر المصدر الرئيسي في تغذية الخزانات الجوفية، شحيحة في شبه جزيرة قطر، وذلك لطبيعة موقعها عند هوامش النظام الموسمي في الجنوب، ونظام البحر المتوسط في الشمال.

الدراسات السابقة وخطوات البحث:

أجريت العديد من الدراسات لتقدير معدلات التغذية لخزانات المياه الجوفية منها: دراسة منظمة الأغذية والزراعة الدولية لمصادر المياه Water Resources (FAO, 1974)، ودراسة إكلستون وآخرون: (Eccleston, et al., 1981)، ودراسة حرحش وعبد الرحمن (المياه الجوفية في قطر، فبراير، ١٩٨٥)، إلا أن هذه الدراسات - رغم أهمية التوصيات والمقترحات التي تقدمت بها - اقتصرت على مناطق دون أخرى، وركزت على تقدير المياه الجوفية وكميات استهلاكها، أما الأمطار فإنها لم تحظ بما تستحقه، اللهم إلا من دراسة تمثلت في تطبيق النماذج البيانية بهدف الحصول على تقدير المتوسط السنوي المعياري للتساقط المطري في شبه جزيرة قطر (عزت قرني، ١٩٨٨).

ولهذا تركز الدراسة الحالية على معالجة الأمطار تفصيلاً من حيث: التقلبات التي تتعرض لها وعلة ذلك، وعلاقاتها المكانية، واتجاهاتها العامة، وفصلية الأمطار من حيث: نسب التركيز، اختبارات الفصلية، المحصلة السنوية، وخصائص الأمطار اليومية، والهدف من ذلك التعرف على خصائص الأمطار السنوية، وأثرها على مجمل الأمطار الساقطة على قطر، وإمكانية استغلالها، وكيفية في ظل ظروف الجفاف السائدة، فضلاً عن الوقوف على طبيعة العلاقة القائمة بين مواقع الرصد، وتحديد طبيعة الأمطار الساقطة على قطر، وملاحظة إذا كانت الأمطار تميل نحو التناقص أو الزيادة، وما يترتب على ذلك من أثر على المخزون الجوفي، يضاف إلى ذلك تحليل نمط التركيز الفصلي للأمطار لتحديد موعد هذا التركيز ومركز الثقل في توزيع الأمطار الشهرية، ويتم ذلك من خلال تجميع البيانات المتوافرة عن التساقط السنوي أو الشهري أو اليومي لفترة (٢١) عاما متصلة تقع بين المواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩١)، يمثلها (٢٦) موقعا للرصد والتسجيل يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٧)

مواقع الرصد المستخدمة في دراسة الأمطار

الموقع	عدد السوات	الموقع	عدد السوات	الموقع	عدد السوات	الموقع	عدد السوات
الرئيس	٢١	دكا	١٩	تريا	٢١	أم الشحوط	١٩
روضة القرس	٢١	الحميلة	١٦	أبو سمرة	١٧	دحال	٢١
الصفيريات	١٩	ميميد	٢٠	سوداثل	١٤	أم الأناعي	١٩
النصرانية	٢١	الكرعانة	٢١	وادي الواسعة	١٩	أم المواقع	١٩
أم باب	٢١	الحراوة	٢١	مسكة	٢١	البليّة	٢١
ميل ٣٢	٢٠	العامرة	٢١	العطورية	١٣	الوكير	١٩
				الماحدة	٢١	الدوحة	٢٣

هذه المواقع موزعة على مختلف أنحاء قطر (خريطة رقم ٤-١)، وكذلك من واقع النشرات (إدارة البحوث، الأرصاد الزراعية ١٩٨٠-١٩٩٢)، والتقارير المناخية (إدارة الطيران المدني، تقارير مناخية ١٩٧١-١٩٩٤)، وقد استخدم نوعان من السجلات المطرية، الأمطار السنوية، والأمطار الشهرية: فالأمطار السنوية استخدم لدراساتها (٢٦) موقعا للرصد والتسجيل، روعي أن تبدأ جميعها بالموسم ٧٢/٧١ حتى ٩٢/٩١، وأن السنة المطرية تبدأ من شهر سبتمبر وتنتهي في مايو، أما الأمطار الشهرية فتمتد لفترة (٢١) عاما أي من ١٩٧٢-١٩٩٢ في جميع مواقع الرصد التي استخدمت في هذه الدراسة فيما عدا موقعي رصد الكرعانة والعامرة، فتتراوح فترتا تسجيلاتهما بين (٢٠، ١٩) عاما على التوالي.

معالجة البيانات:

تم تجميع البيانات الخاصة بالتساقط المطري وتسويبها، كما وردت في (الجدولين الملحقين رقمي ٤-٧، ٤-٨)، ويمثلهما مجموع الأمطار في كل موسم وسنة مطرية ابتداء من (٧٢/٧١-٩٢/٩١)، (١٩٧٢-١٩٩٢) أي على مدى (٢١) عاما، ومدونة في (٢٦) موقعا للرصد، وقد تبين أن هناك تفاوتاً في عدد سنوات الرصد وذلك بين (١٣) سنة في موقع رصد العطورية، إلى (٢١) سنة في اثنتي عشر موقعا للرصد، كما تباينت مواقع الرصد عدداً بين (١٤) إلى (٢٥) مرة للفترة (٧٢/٧١-٨١/٨٠)، إلى (٢٦) مرة للفترة بين (٨١/٨١-٩٢/٩١)، لذا

يوجد الكثير من البيانات المفقودة وعددها (١٤) موقعا تم استكمالها (الجدول الملحق رقم ٤-٩) اعتمادا على قراءة خرائط توزيع الأمطار في تلك السنوات وإيجاد معاملات الارتباط بين مختلف المواقع، والاستعانة بأقربها وأكثرها ارتباطا بالموقع ذي البيانات المفقودة كمواقع أدلة حسب المعادلة المدونة في نهاية الجدول. ومن واقع البيانات تم حساب المتوسط العام للأمطار في كل موقع رصد، ومن ثم استخراج قريتي المتوسط العام وهما: الانحراف المعياري ومعامل التغير.

جدول رقم (٤-٢٨)

المتوسط العام للأمطار والانحراف المعياري ومعامل التغير

الموقع	متوسط الأمطار	الانحراف المعياري	معامل التغير	الموقع	متوسط الأمطار	الانحراف المعياري	معامل التغير
الرويس	٧٧,٦	٥٤,٠	٦٩,٦	أبو سمرة	٦١,٣	٥٣,٧	٨٧,٦
م. الحكومة	٩٦,٢	٥٨,٩	٦١,٣	سودانثيل	٥٧,٥	٥٢,٣	٩١,٠
الصفيريات	٧٩,٠	٤٥,٩	٥٨,١	وادي الواسعة	٨٧,٤	٦١,٨	٧٠,٧
النصرانية	٧٨,٣	٦٠,٩	٧٧,٧	مسكة	٨٥,٩	٥٦,٤	٦٥,٧
أم باب	٦٠,٩	٥١,٥	٨٤,٦	العلطورية	٨٦,٠	٥٦,٦	٦٥,٨
ميل ٣٢	٦٤,٩	٤٢,٣	٦٥,٢	اللاجلة	٨٥,١	٥٤,٣	٦٣,٨
دكا	٩٥,٩	٣٨,٨	٥٨,٩	أم الشحوط	٧٨,٨	٤٦,٤	٥٨,٨
الجميلية	٧٩,٦	٥٩,١	٧٤,٢	دخان	٧١,٤	٥٦,٦	٧٩,٣
مسيحيد	٥٩,٥	٣٨,٨	٥٩,٥	أم الأقامي	٨٦,٢	٥٥,١	٦٣,٩
الكرمانة	٦٧,٧	٤١,٩	٦١,٩	أم الواقع	٨٢,٣	٤٧,٢	٥٩,٧
الحرارة	٥٩,٢	٥١,٤	٨٦,٨	السيلة	٦٤,٨	٣٨,١	٥٨,٨
العامرة	٧٠,٠	٥٩,٣	٨٤,٧	الوكير	٧٠,٦	٤٠,٦	٥٧,٥
تربنا	٦١,٠	٥٤,٠	٨٨,٥	الدوحة	٧٢,٧	٤٢,٩	٥٩,٠

* الانحراف المعياري = خارج قسمة مربع ناتج طرح المتوسط العام من الأمطار السنوية على عدد السنوات.
 ** معامل التغير = خارج قسمة الانحراف المعياري على المتوسط العام مضروباً في ١٠٠٪.

يبدو أن معدلات الأمطار (خريطة رقم ٤-٣٣) تتزايد في الأجزاء الشمالية من قطر، بحيث يغطي خط تساوي المطر (٨٠) ملم فأكثر المنطقة المحصورة بين الرويس في أقصى الشمال والأطراف الشمالي لمدينة الدوحة، وبعمق موقع رصد أم الواقع، فيضمها مع الأطراف الشرقية لموقع رصد النصرانية والجميلية حتى الأجزاء الجنوبية لشبه جزيرة أم حيش على الساحل الشمالي الغربي، وتشغل هذه المنطقة مساحة قدرت نسبتها بحوالي (٣١٪) تقريبا، في حين تتناقص معدلات الأمطار السنوية على امتداد الساحل الجنوبي الشرقي والأجزاء الجنوبية من قطر،

حيث تقل المعدلات عن (٦٠) ملم، ويضم مواقع رصد مسيعيد وسودانثيل، ويشغل حوالي (١٦٪) تقريبا من مساحة قطر، وقد تم - وفق خطوط المطر المتساوي - حساب المعدل المعياري للمطر يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٢٩)

حساب معدل التساقط المطري المعياري بنظام خطوط المطر

أ	ب	ج	د	هـ
خطوط المطر المتساوي	معدل المطر السنوي المقدّر	المساحة كم ^٢	نسبة المساحة إلى المساحة الكلية	معدل المطر المعياري
- ٩٥	٩٧,٥	١٤٥,٤٤	١,٢٤	١,٢١
- ٩٠	٩٢,٥	٣٤١,٦٥	٢,٩١	٢,٦٩
- ٨٥	٨٧,٥	١٤٣٠,٨٠	١٢,١٨	١٠,٦٦
- ٨٠	٨٢,٥	١٩٣٠,٤٦	١٦,٤٢	١٣,٥٥
- ٧٥	٧٧,٥	١٤٠٨,٠٠	١١,٩٨	٩,٢٩
- ٧٠	٧٢,٥	٨٨٦,٦٧	٧,٥٥	٥,٤٧
- ٦٥	٦٧,٥	١٩٨٨,٦٨	١٦,٩٢	١١,٤٢
- ٦٠	٦٢,٥	١٩٥٩,٥٠	١٦,٦٨	١٠,٤٣
- ٥٥	٥٧,٥	١٦٥٨,٨٠	١٤,١٢	٨,١٢
المجموع		١١٧٥٠	%١٠٠	٧٢,٨٤

ملاحظة: هـ = (ب × د) ÷ ١٠٠

ويلاحظ أن التساقط المطري المعياري يتفق إلى حد كبير مع المتوسط العام للمطر (راجع الجدول الملحق رقم ٤-٧) الذي يبلغ (٧٣,٣١) ملم، وربما ترجع الزيادة الطفيفة التي بلغت (٤٧,٠) ملم إلى عمليات التقريب التي قد تتم أثناء إجراء العمليات الحسابية.

التقلبات والتذبذبات الشديدة من أهم خصائص الأمطار السنوية، وخاصة أن قطر تعتبر من المناطق شبه الجافة، لذا فإن الانحرافات المعيارية (خريطة رقم ٤-٣٤) للأمطار السنوية مرتفعة بشكل يلفت النظر، وينسحب هذا على مواقع الرصد ذات الأمطار العالية، كروضة الفرس والنصرانية، والجميلية والعامرية ووادي الواسعة ومسيكة والعطورية وأم الأفاعي، حيث يتراوح الانحراف المعياري فيها ما بين (٥٥-٦٢) تقريبا، في حين يقل الانحراف المعياري في مواقع الرصد ذات الأمطار

القليلة، خاصة في مثلث الدوحة - ميل ٣٢ - الحرارة، مع الساحل الجنوبي الشرقي إلى الجنوب من الدوحة حتى خور العديد، حيث يتراوح بين (٣٨-٥٠)، ويعطي الانحراف المعياري - رغم أهميته - قيما مطلقة لمدى التغير والتذبذب في الأمطار السنوية، ولا يصلح لتحليل أنماط التباين المكاني وعقد مقارنات بين مختلف مواقع الرصد، لارتباطه بمعدل الأمطار (Gregory, 1973, p. 24).

وقد تم الاستعانة بقرينة نسبية أخرى يمثلها معامل التغير Coefficient of Variation، حيث تم حسابها لجميع مواقع الرصد المستخدمة في الدراسة (راجع الجدول رقم ٤-٢٨)، أو (الخريطة رقم ٤-٣٥)، ويظهر أن معامل التغير في الأمطار السنوية يقل عن (٦٠٪) في منطقتين، الأولى: تتركز في محيط «أم الشخوط - الصفيريات»، والثانية: تشغل مثلث «الدوحة - أم المواقع - مسعيد»، ومن هاتين المنطقتين تزايد نسب معامل التغير باتجاه الغرب والجنوب، فعلى الساحل الغربي يتراوح معامل التغير في محيط «دخان - أم باب» ما بين (٨٠٪-٨٥٪)، إلا أن هذا التزايد يبدو أكثر وضوحا بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الغربي من المثلث السابق، حيث يصل أقصاه إلى حوالي (٩٠٪) في منطقة سودانيل، ويعزى ذلك إلى عامل العشوائية، وإلى تزايد أثر الأمطار التصاعدية الناتجة عن عملية تسخين الكتل الهوائية الرطبة التي تغزو المنطقة في فصل الربيع، وعلى العموم فإن معاملات التغير في الأمطار السنوية في قطر - مقارنة ببعض الدول الخليجية والعربية - مرتفعة نظرا لسيادة المناخ الجاف، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٤-٣٠)

معامل التغير في الأمطار السنوية في عدد من مواقع المقارنة

الموقع	معامل التغير ^(١)	الموقع	معامل التغير ^(٢)
مسافي (دولة الإمارات)	٧٣	إربد (الأردن)	٢٨
مصفوت (دولة الإمارات)	٧٥	دمشق (سوريا)	٢٨
دقداقة (دولة الإمارات)	٨٠	حلب (سوريا)	٢٥
الفجيرة (دولة الإمارات)	٦١	عمان (الأردن)	٣٦
-	-	جنوب غرب الولايات المتحدة	٣٥-٤٠ ^(٣)

(١) محمد عبد الله ذياب، أودية كتلتا الجبال الوسطى والشمالية، ١٩٨٩، ص ١٨٧

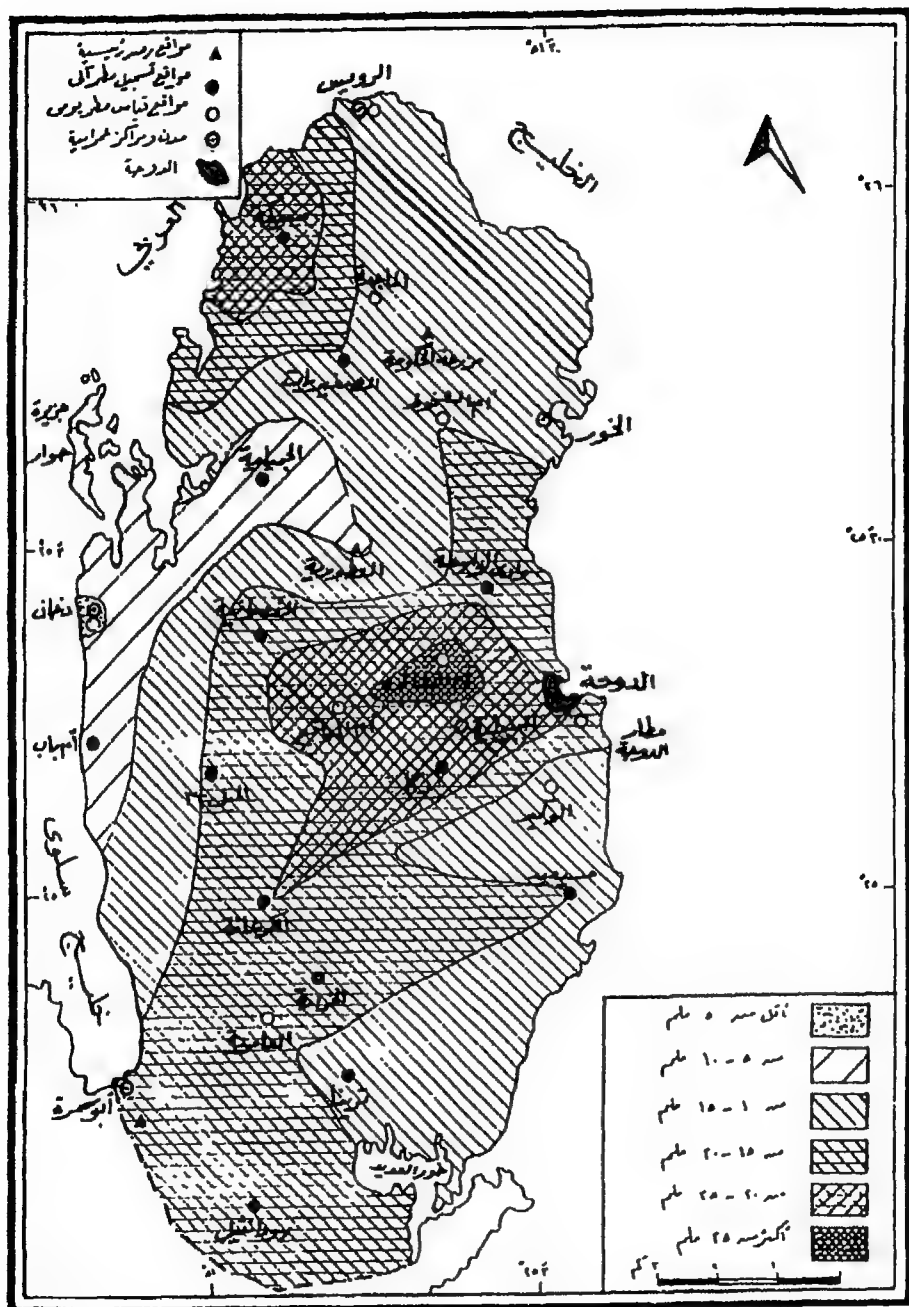
(٢) نعمان شحادة، الأمطار في دولة الإمارات، ص ١٨.

(٣) Barry, 1979, "Precipitation" In: Water, Earth and Man, p. 121.

ومن (الجدول رقم ٤-٣٠) يتبين أن معاملات التغير تزداد نسبتها في المناطق التي تتعرض للتقلبات والتذبذبات المطرية بدرجة أكبر، ويؤثر التذبذب في الأمطار السنوية في قطر على مجموع الأمطار المتساقطة في الفترة (٨٤/٨٥) التي تعتبر أكثر الفترات جفافاً، حيث بلغ المجموع (٢, ٤١٨) ملم بمعدل موسمي (١, ١٦) ملم (قدرت الكمية بحوالي ٢, ١٨٩ مليون م^٣)، في حين تعتبر الفترة (٨٧/٨٨) أكثرها مطراً، فقد بلغ مجموع الأمطار (٨, ٤٤٧٨) ملم، بمعدل (٣, ١٧٢) ملم (أي ١, ٢٠٢٤ مليون م^٣).

يبدو أن توزيع مجموع الأمطار يتفاوت من منطقة إلى أخرى، فمن واقع خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم ٨٤/٨٥ (خريطة رقم ٤-٣٦) يتبين أن كمية الأمطار التي تزيد عن (٢٠) ملم تتركز في الجزء الشمالي الغربي من قطر، ويمثلها موقع رصد مسيكة، وفي المنطقة الواقعة إلى الغرب مباشرة من الدوحة، ويحصرها المستطيل الذي تمثل رؤوسه كل من «الكرعانة - الدوحة - وادي الواسعة - النصرانية»، فيما تتناقص الأمطار وراء حدود هذا المستطيل باتجاه الجنوب الشرقي والجنوب، إلا أن الجانب الغربي أكثر حدة في تناقصه، حيث تصل القيسم على طول الساحل الغربي من دخان إلى أم باب ما بين (٥-٧) ملم.

ومن قراءة خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي ملم) للموسم ٨٧/٨٨ (خريطة رقم ٤-٣٧)، ومقارنتها مع الموسم ٨٤/٨٥، يتضح التباين بينهما، فنلاحظ مدى تقارب خطوط المطر المتساوية حتى لتكاد أن تتلامس مع بعضها البعض، وخاصة في منطقتين: المنطقة الواقعة إلى الشمال والغرب من مدينة الدوحة، ويمثلها موقعاً رصد وادي الواسعة والنصرانية، والمنطقة الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي، حيث يمثلها كل من موقعي رصد العامرية وأبوسمرة، وتزيد الأمطار فيهما على (٢٢٠) ملم، لتصل في المركز إلى (٢٦٠) ملم، ويلاحظ أن مجموع الأمطار السنوية يتناقص وفق هذه الخريطة - من هاتين المنطقتين - بالاتجاه نحو الشمال والجنوب، ليصل إلى أدنى حد له في منطقة أم باب على الساحل الغربي، بحيث لا يزيد على (٣٠) ملم، وإلى الشمال من خط عرض الخور



مقياس رقم (٤-٣٦)
 خريطة غطوط المطر المتساوي (المجموع السنوي لملم) للموسم ٨٤/٨٥

يأخذ مجموع الأمطار في التناقص، إذ يمثل خط مطر (٢٠٠) ملم الحد الجنوبي الشرقي، تبدأ الأمطار بالاتجاه منه نحو الشمال الغربي بالتناقص وخطوط المطر بالتباعد، ليسجل موقع رصد مسيكة أدنى قيمة له بلغت (١٤٥) ملم تقريبا.

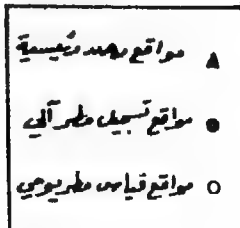
ولترجيح هذا التناقض والتذبذب في الأمطار من موقع إلى آخر، ومن موسم إلى آخر، نستعرض خريطة خطوط المطر المتساوية (المجموع السنوي) للموسم ٩٢/٩١ (رقم ٤-٣٨)، فنلاحظ أن موسم ٨٥/٨٤ أقل مطرا من موسم ٩٢/٩١، إلا أن الموسم الأخير لا يضاهاى الموسم ٨٨/٨٧ في كمياته وحتى في التوزيع المكاني لها، إذ تتركز الأمطار في الجزء الشمالي الغربي من قطر ممثلة بموقع رصد مسيكة، حيث بلغت كمية الأمطار فيها (١٢٣,٨) ملم، تتناقص من هذا الموقع بالاتجاه نحو الجنوب والجنوب الشرقي، حتى خط عرض مسيعيد، فنشاهد بؤرا من الأمطار القليلة تتمركز في مواقع ثلاث، موقعان تقل فيهما الأمطار عن (٥٠) ملم، ويمثلهما موقع رصد العظورية في الوسط وموقع رصد الدوحة، وموقع ثالث تقل فيه الأمطار عن (٤٠) ملم، ويمثله موقع رصد دكا الذي لم يستقبل في هذا الموسم سوى (٦, ٣٠) ملم، وهي أدنى قيمة شهدتها قطر، ومنه تزايد الأمطار نحو الجنوب الغربي، حيث سجل موقع رصد أبو سمرة (٧٩, ٢) ملم، لذا يبدو أن الساحل الشرقي في هذا أقل مطرا من الساحل الغربي، ويظهر مدى التذبذب في كمية الأمطار من موسم إلى آخر وحتى في ذات الموسم من مكان إلى آخر، وذلك بسبب ارتباط الأمطار بالمتخففات الجوية من جانب، وبتيارات الحمل من جانب آخر.

العلاقات المكانية للأمطار السنوية:

تشير طبيعة العلاقات الارتباطية بين الأمطار السنوية لجميع مواقع الرصد (٢٦) موقعا حسب المصفوفة (الملحق رقم ٤-١٠) إلى مجموعة الضوابط التالية:

- ١- تتأثر العلاقة بين كل موقعين للرصد بالمسافة التي تفصل بينهما، فكلما زادت المسافة بينهما ضعفت العلاقة، والعكس صحيح، فنلاحظ - مثلا - أن العلاقة بين الأمطار السنوية في موقع رصد الرويس (يقع أقصى شمال قطر) وموقع رصد أبو سمرة (يقع أقصى جنوب غرب قطر) تبلغ قيمتها





شکل رقم (۴-۳۸)

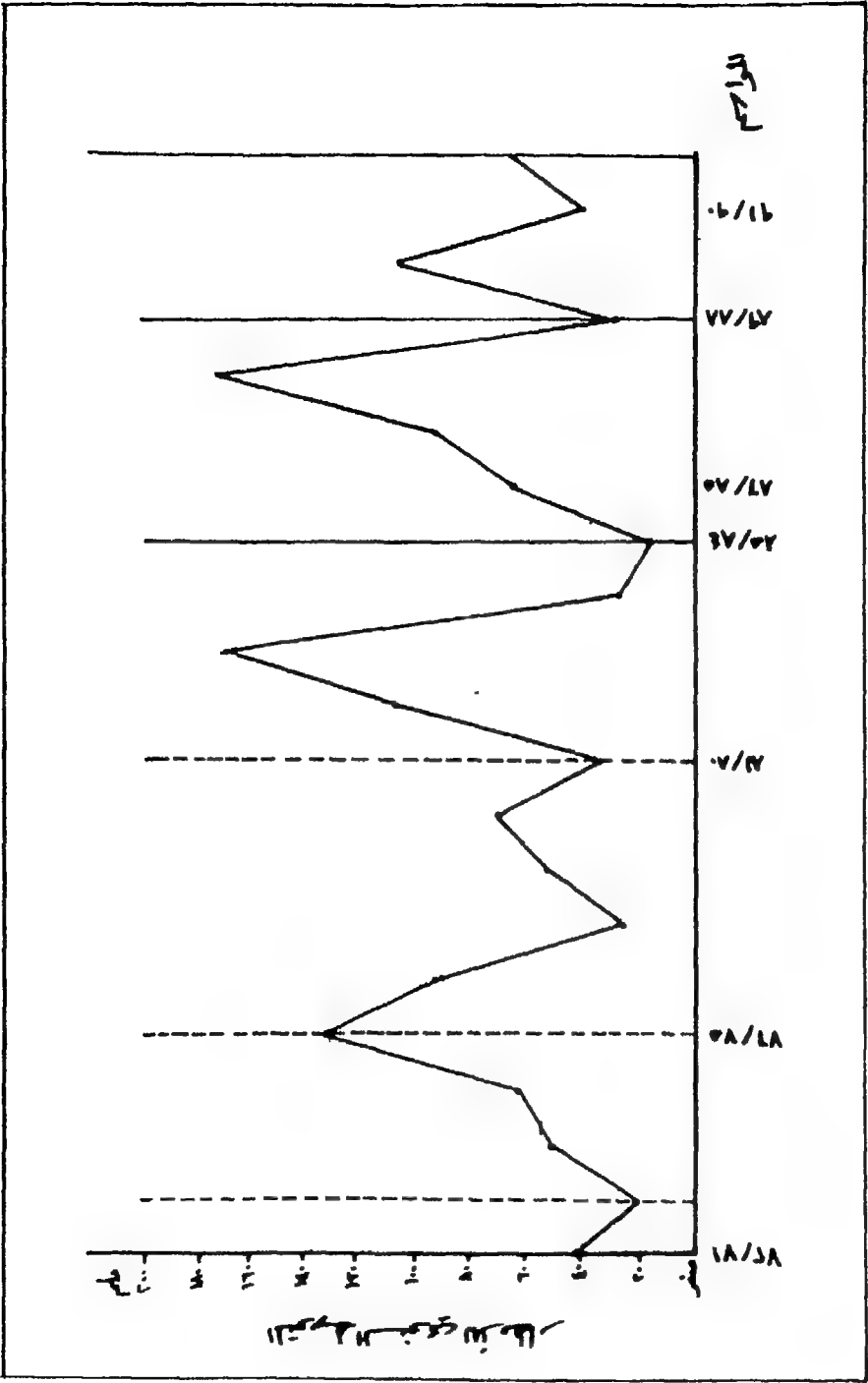
(٦٩٧+، ٠)، علما بأن المسافة بينهما في خط مستقيم تصل إلى (١٨٥) كم، في حين نجد العلاقة المكانية بين مواقع الرصد القريبة من بعضها قوية جدا، فمواقع رصد الكرعانة، الخراة، العامرية، ترينا، أبو سمرة، وسودانيل تتميز بعلاقات قوية، إذ تتراوح معاملات الارتباط بين (٨٠٢+، ٠، ٩٧٤+، ٠)، وعلى العموم فإن معاملات الارتباط - رغم تفاوت قيمها - تبدو قوية، ولاتقل عن (٥٣٨+، ٠).

٢- يبدو أن طبيعة السطح في قطر ليست لها انعكاسات واضحة على العلاقة المكانية بين الأمطار السنوية في جميع مواقع الرصد؛ لأن سطح قطر في مجمله يميل إلى الاستواء، اللهم إلا من بعض التواءات النافرة يتميز بها الجانب الغربي والجزء الجنوبي الغربي من قطر، حيث يتراوح أقصى ارتفاع ما بين (٨٠-١٠٣) م فوق مستوى سطح البحر (محمد ذياب، ١٩٨٠، ص ٧٥).

٣- لعل قوة العلاقة الارتباطية بين مواقع الرصد المختلفة تعكس أثر الطابع الغالب للأمطار الساقطة على قطر، فالأمطار على هذا الأساس إما أن تكون أمطارا انقلابية، أو أمطار الجبهات الهوائية والمنخفضات الجوية السودانية والمتوسطة، إذ تقوى العلاقة ويزداد الارتباط بين الأمطار إذا كانت مواقع الرصد تقع على طول خط سير المنخفض الجوي، لكون هذا النوع يتشر على مساحات واسعة فيغطيها رغم التفاوت في غزارة الأمطار من موقع إلى آخر، والذي يتأثر بدوره بمسار المنخفض ومواجهته له، في حين تضعف العلاقة إذا كانت الأمطار التي تسقط على قطر ناتجة عن عمليات التسخين ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة (تيارات الحمل)، إذ يتميز هذا النوع بمحليته، وضيق انتشاره، ويحدث في فصل الخريف وأواخر الربيع.

الاتجاهات العامة للأمطار السنوية في قطر:

تبدي الأمطار في شبه جزيرة قطر اتجاهات واضحة نحو التزايد تارة والتناقص تارة أخرى، فنلاحظ (شكل رقم ٤-٣٩) أن الأمطار بدأت تتزايد في المواسم الأربعة الأولى (٧٢/٧٣، ٧٣/٧٤، ٧٤/٧٥، ٧٥/٧٦)، حيث بلغت كميتها في نهاية الفترة (٧، ١٣٠) ملم كمتوسط سنوي، ثم أخذت الأمطار



تتأرجح في كمياتها بين التناقص والتزايد، إلا أن المواسم (٨٠/٨٢-٨٣)، والمواسم (٨٤/٨٥-٨٨/٨٧) شهدا تزايدا مطردا في الأمطار بلغت كمياتها في نهاية المواسم الأولى (٩، ١٦٩) ملم، وفي نهاية المواسم الثانية (٨، ١٧٢) ملم، بيد أن الموسم (٨٤/٨٥) سجل أدنى كمية من الأمطار على مدى السلسلة الزمنية، بلغت - كما أوضحنا - (١، ١٦) ملم، وفي المواسم الأخيرة من السجل المطري (٨٨/٨٩-٩٢/٩١) كان التذبذب في الأمطار أقل حدة مما شهدته المواسم السابقة، فلو قارنا مقدار التذبذب الذي حدث بين المواسم (٨٢/٨٣-٨٤/٨٥) من ناحية، والمواسم (٨٩/٩٠-٩١/٩٠) من ناحية أخرى، لتبين لنا مدى التناقض والتقلب في الأمطار من موسم إلى آخر؛ فالأولى شهدت تناقصا بلغت نسبته (٥، ٩٠٪)، في حين بلغت في الفترة الثانية (٧، ٦١٪)، وللتأكد ما إذا كان هناك اتجاه عام للأمطار في قطر تم حساب قرينة الاتجاهات العامة لجميع مواقع الرصد (معامل الانحدار) يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٤-٣١)

الاتجاهات العامة للأمطار السنوية في قطر

الموقع	معامل الانحدار	قيمة ت	الموقع	معامل الانحدار	قيمة ت
الرويس	١,٨٤٥+	٤,٣٤	أبر سمرة	٠,٣٢٩	٠,٥١
روضة القوس	٠,٢٥٠+	٠,٥٤	سودائيل	٠,٥٢٧	٠,٥٧
الصفيريات	٠,٧٠٩+	١,٦١	وادي الواسعة	١,٨٦٥	٣,١٤
النصرانية	٢,٤٧٣	٥,١٦	مسيكة	١,٢٨٥	٢,٩٠
أم باب	١,٩٤١	٤,٨٠	المطورية	١,٠٧١	٠,٩٢
ميل ٣٢	١,٤٩٥	٤,٠٨	الماجنة	٠,٧٦٩	١,٨٠
دكا	٢,٠١٤	٥,٤٠	أم الشخوط	٢,٣٧٣	٥,٣٢
الجميلية	١,٥٥٢	١,٩٤	دخان	٣,٥٥٤	٧,٩٨
مسيعد	٠,٤٥٨	١,٤٩	أم الأفاعي	١,٤٢٩	٢,٧٠
الكرعانة	٠,٥١٣	١,٥٦	أم المواقع	٠,٢٧٦	٠,٥٩
الخفارة	٠,٤٣٥	١,٠٨	السيلية	١,٠٢٣	٣,٤١
العامرة	١,٣٦٤	٢,٦٥	الوكير	٠,٠٥٦	٠,١٤
ترينا	٠,١٦٤	٠,٣٩	الدوحة	١,٠٥	٣,٢٩

* تم استخراج الخطأ المعياري بقسمة الانحراف المعياري على الجذر التربيعي لحجم العينة.

$$\text{معامل الانحدار} = \frac{\text{مجموع مربعات المتغير المستقل}}{\text{الخطأ المعياري لقيم المتغير التابع}}$$

$$* \text{ ت } ٠,٠١ = ١,٨٤, \text{ ت } ٠,٠٥ = ٢,٠٩, \text{ ت } ٠,١٠ = ١,٧٢.$$

يلاحظ من (الجدول رقم ٤-٣١) أن النتائج أثبتت وجود اتجاه حقيقي نحو التزايد أو التناقص، وأن كثيرا من معاملات الانحدار تؤكد ذلك، لذا فإن المؤشرات تبدو - إحصائيا - ذات مغزى في العديد من مواقع الرصد، وبعضها الآخر لم يثبت هذا الاتجاه الواضح، وأن معاملات انحدارها تشير إلى زيادة طفيفة، وربما تعزى الزيادة في الأمطار إلى أن بعض السنوات شهدت أمطارا أعلى في قيمها من المتوسط العام بكثير، ومثال ذلك موقع رصد روضة الفرس (معامل الانحدار $+ ٢٥٠,٠$) ومتوسطه العام (٢, ٩٦) ملم، سجل في الموسم (٧١/٧٢) كمية بلغت (١٤٢) ملم، وسجل في الموسم (٧٥/٧٦-٧٦/٧٧) ما قيمته (٢, ١٨٩، ٩، ١٧٧) ملم، وقد بلغت أعلى كمية لها في الموسم (٨٢/٨٣) حيث سجل (٨، ٢٢٥) ملم، إلا أن الأمطار في بقية المواقع ربما تقل عنه بكثير، وينسحب هذا على بعض مواقع الرصد منها: دكا، الكرانة، أم المواقع الدوحة، ويعمل ذلك في كون درجات انحدارها سالبة (الجدول الملحق رقم ٤-٧).

وبالرجوع إلى الشكل الذي يمثل اتجاهات الأمطار السنوية، والذي يشير إلى شذوذ واضح في قيم التزايد أو التناقص في الأمطار، وإلى التذبذب بين المواسم المطيرة وتلك التي يمكن وصفها بمواسم جافة، فيبدو من الأفضل اختبار ما إذا كانت الاختلافات بين المواسم ذات مغزى، فالمواسم الجافة تمتد من (٧١/٧٢-٨١/٨٠)، والمواسم المطيرة من (٨١/٨٢-٩٠/٩١)، لذا تم حساب المتوسط المتحرك لكل عشر سنوات على النحو التالي:

المواسم	المتوسط	الانحراف المعياري
أ الجافة	٦٠,٢	٣٢,١
ب الرطبة	٨٣,٥	٥٤,٤

وباستخدام اختبار t-test يتبين أن قيمة (ت) تبلغ (١, ١١)، وهي مؤشر لم يظهر أي من الاختلافات بين المواسم، لأن قيمتها أقل من القيمة النظرية عند درجة الحرية (٩).

ولنُعقد مقارنة في هذا المجال بين ثلاثة مواقع، الأول يقع في الطرف الشمالي الغربي ويمثله موقع رصد مسيكة، والثاني يشغل منتصف الساحل الشرقي ويمثله موقع رصد الدوحة، والثالث يقع في الجزء الجنوبي الغربي، ويمثله موقع رصد الكرعانة، وقد تم اختيارها لأسباب أهمها:

* السجل المطري متساو فيها (٢١) عاما.

* تمثل مناطق قطر فيما يتعلق بخصائص الأمطار الجبهوية والتصادمية.

* قد تتفق في الارتفاع عن مستوى سطح البحر كما هو الحال بين الدوحة ومسيكة اللتان ترتفعان ما بين (١١، ٢، ١٢) م، بينما ترتفع الكرعانة حوالي (٣٥) م.

* تمثل هذه المواقع خصائص الساحل والداخل.

وستتم المقارنة من واقع البيانات المطرية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، وذلك باستخراج المتوسط السنوي والانحراف المعياري لكل موقع، واختيار اختبار ستودنت «ت» كقريئة للمقارنة بين كل موقعين، ولتمثيل العلاقة بين «الفرق بين المتوسطات من ناحية، والخطأ المعياري لهذا الاختلاف من ناحية ثانية»، والمصفوفة التالية توضح قيمة «ت»:

مصفوفة قيمة «ت»

الموقع	الدوحة	مسيكة	الكرعانة
الدوحة	-	١,٠٤ -	٠,١٩ +
مسيكة	-	-	١,١٧ -

ومنها يتبين - بعد الحصول على قيمة «ت» النظرية عند درجة الحرية (٤)، واستبعاد قيمة «ت» النظرية الخاصة بالدوحة/ الكرعانة لعدم كفاءتها - أن قيمة «ت» النظرية لكل من الموقعين الدوحة/ مسيكة، الكرعانة/ مسيكة عند مستوى دلالة (١٠٪) تساوي (-١,٦٨)، وبما أن قيمتي «ت» المحسوبتين تبلغان (-١,٠٤، -١,١٧) أكبر من قيمة «ت» النظرية، فإنهما لا تقعان في منطقة الرفض (المنطقة الحرجة)، ولذلك نقدر بأن الفرق بين المتوسطين ليس جوهريا وإنما يرجع لعوامل الصدفة أو لأخطاء المعاينة.

فصيلة الأمطار في شبه جزيرة قطر:

تعرض قطر لبعض المنخفضات الجوية المتوسطة والسودانية والمحلية السنوية، فتجذب عند تحركها في هذا الاتجاه من بحر العرب والمحيط الهندي كتلا هوائية مدارية رطبة (mT)، لتشكل الجبهة الدفينة، ومن منطقة المرتفع السييري وهضبة إيران ذواتا الضغط المرتفع شتاء كتلا هوائية قارية باردة (cP)، لتشكل الجبهة الباردة، وتصحب الجبهة الدفينة رياح غالبا ما تكون جنوبية أو جنوبية شرقية، تؤدي إلى سقوط الأمطار، وخاصة إلى الشمال أو الشمال الشرقي والشرق من مركز الإعصار، وذلك نتيجة صعود الهواء الدافئ فوق الهواء البارد على طول الجبهة الدافئة، ويشير ذلك إلى أن الإعصار ما يزال في موقع إلى الغرب من قطر.

وفي حالة اندفاع الرياح الباردة لتحل محل الرياح الدافئة التي اضطرت إلى الصعود إلى أعلى على طول الجبهة الباردة، فتسقط على إثر ذلك أمطار تتميز بغزارتها وقصر فترة سقوطها، خاصة إلى الجنوب والجنوب الغربي من الإعصار، ويدل كذلك على أن الإعصار يتمركز فوق قطر (محمد ذياب، ١٩٨٠، ص ٢٠٥)، وإذا اكتمل الإعصار يأخذ الجو في التحسن، ويصبح صحوا، ويميل إلى البرودة نتيجة هبوب الرياح الشمالية أو الشمالية الغربية، ولهذا يتضح أن مناخ قطر في فصل الشتاء ما هو إلا معدل الأحوال الجوية التي تنجم عن وجود كتلتين هوائيتين تختلفان في خصائصهما وصفاتهما المكتسبة، وما يصحب وجودهما من آثار.

فكمية الأمطار التي تستقبلها قطر وفق هذه الخصائص تبدو محدودة وعشوائية ويبقى تركزها في أشهر: ديسمبر ويناير وفبراير، وأن نسبة تركز الأمطار في غالبية مواقع الرصد الساحلية أو القريبة من الساحل (مسيعد، الوكير، الدوحة، وادي الواسعة، دخان) تزيد على (٦٣٪)، وقد تصل إلى (٧٥٪) في موقع رصد الوكرة، ويلاحظ من (الخريطة رقم ٤-٤٠) أن خط تساوي (٧٠٪) يحصر القطع الساحلي المقابل لمنطقة الوكرة ويتوغل نحو غرب غرب الشمال حتى مشارف موقع رصد دكا، إضافة إلى الجزء الجنوبي الشرقي وخاصة منطقة النقيان وخور العديد ويضم مواقع رصد الحرارة والعامرية وترينا، ولعل ضيق المسافة بين الساحلين الشرقي والغربي (المسافة بين الدوحة وأم باب في خط مستقيم ٩٧ كم)، أدى إلى عدم

وجود فروقات واضحة في نسب تركيز الأمطار، ورغم ذلك فإنها قد تصل في بعض مواقع الرصد إلى أقل من (٦٠٪) وخاصة المنطقة الواقعة إلى الشرق والشمال من شبه جزيرة فيشاخ على الساحل الغربي والتي يمثلها موقع رصد الجميلية. ويلاحظ أن هناك ثلاث مناطق تقل فيها النسب عن (٦٥٪)، تتمثل أولاها في منطقة الدوحة على الساحل الشرقي، ويشغل ثانيها محيط موقع رصد أم باب على الساحل الغربي مع امتداد لها نحو الجنوب الشرقي لتضم إلى حوزتها موقع رصد الكرعانة، وتقع ثالثها في أقصى الجنوب عند الحدود مع العربية السعودية، ممثلة في موقع رصد سودانثيل، وفيما عدا ذلك فإن السيطرة لفئة الأمطار التي تتراوح نسبتها بين (٦٥٪-٧٠٪)، وتشمل الجزء الشمالي الغربي من قطر، ومنطقة الخور والوسط مع جزء من الساحل الغربي عند دخان، وتمتد لتشمل الجزء الجنوبي الغربي عند مركز حدود أبو سمرة، والجنوب الشرقي في منطقة مسيعيد.

اختبار فصلية الأمطار:

رغم أن سقوط الأمطار على قطر قد يحدث في معظم أشهر السنة (٧-٨) أشهر، باستثناء (٤-٥) أشهر في فصل الصيف (الملحق رقم ٤-١١)، بيد أن هذه المعطيات تقودنا إلى عدم الاطمئنان إلى مفهوم فصلية الأمطار السائدة في حوض البحر المتوسط، خاصة وأن نسب أمطار الشتاء الحقيقية الساقطة على قطر قد تصل إلى (٦٣,٧٪) ويمثلها موقع رصد أم المواقع، وفيما عدا ذلك فإن نسبتها تتراوح بين (٤٦,٤٪-٦٠٪)، وعلى هذا الأساس فإن التركيز الفعلي للأمطار يحدث في أشهر يناير وفبراير ومارس، من هنا نبعت الأهمية إلى مزيد من إلقاء الضوء على طبيعة الأمطار وأسبابها، فاستخدم لهذا الغرض اختبار ستودنت «ت» t-test (Gregory, p. 141) لاختبار فرضية أن الأمطار ليست متركزة في فصل من الفصول، وأن تركزها في أشهر السنة ليس تركزا حقيقيا، ويهدف استخدام اختبار ستودنت «ت» إلى إجراء مقارنة بين معدلين للأمطار، يمثل المعدل الأول: أشهر يناير وفبراير ومارس، ويمثل الثاني: ربع المعدل السنوي في كل فصل على أساس أن الأمطار ليست متركزة في أي فصل، وذلك للوقوف على إذا كان هناك اختلاف حقيقي بين المعدلين، ويتم استخدام قيمة «ت» وفق المعادلة التالية:

$$T = \frac{\bar{S}_1 - \bar{S}_2}{\sqrt{\frac{\bar{E}_1^2}{n_1} + \frac{\bar{E}_2^2}{n_2}}} \text{ أي } \left(\frac{\text{الفرق بين متوسطي العييتين}}{\text{الخطأ المعياري لهذا الفرق}} \right)$$

حيث:

\bar{S}_1 = معدل الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس.

\bar{S}_2 = ربع معدل الأمطار السنوية.

\bar{E}_1 = تباين الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس من سنة إلى أخرى.

\bar{E}_2 = تباين ربع المعدل السنوي للأمطار من سنة إلى أخرى.

n_1 = عدد مفردات معدل الأمطار في أشهر يناير وفبراير ومارس (٣).

n_2 = عدد مفردات ربع معدل الأمطار السنوية (١٢).

والجدول التالي يوضح اختبار فصلية الأمطار:

جدول رقم (٤-٣٢)

نتائج حساب فصلية الأمطار في قطر (قيمة ت)

الموقع	قيمة (ت)	الموقع	قيمة (ت)	الموقع	قيمة (ت)
الرويس	٣,٧٤	مسييد	٢,٧٧	العطورية	٢,٣٩
روضة الفرس	٣,٩١	الكرعانة	٢,٥٦	الماجدة	٤,١١
الصغيريات	٣,٧٠	الحفارة	٢,٦٠	أم الشخوط	٣,٠٣
النصرانية	٣,١٧	العامرية	٢,٣٣	دخان	٢,٨١
أم باب	٢,٤٦	تريبا	٢,٧٣	أم الأفاعي	٢,٥٥
ميل ٣٢	٢,٥٣	أبو سمرة	٢,٠٤	أم المواقع	٢,٥٤
دكا	٢,٨٢	سودانثيل	١,٩٢	السيلية	٢,٨٥
الجميلية	٣,١٤	وادي الواسعة	٢,٧١	الوكير	٢,٦٠
		مسيكة	٣,٤١	الدوحة	
ت ٢,٩٠ = ٠,٠١ ، ت ٢,١١ = ٠,٠٥ ، ت ١,٧٤ = ٠,١٠					

ويلاحظ من (الجدول السابق رقم ٤-٣٢) أن الأمطار في قطر تتركز فعلا في أشهر يناير وفبراير ومارس، وأن (٩٢,٣٪) من عدد مواقع الرصد تستقبل أمطارها في هذه الفترة بدرجة ثقة تتراوح بين ٩٥٪-٩٩٪، منها ما يقرب من (٦,٣٤٪) بمستوى دلالة (٠,٠١)، و (٧,٧٪) توجد بين معدلاتها بعض الفروقات البسيطة بمستوى دلالة (٠,١٠)، وربما يعزى هذا الضعف في تركيز الأمطار في الأشهر الثلاثة في هذه المواقع إلى تعرضها لتيارات الحمل الهوائية خاصة في فصلي الربيع والخريف، وسقوط الأمطار أثناءها.

وما يلفت النظر أن أقوى تركيز للأمطار في هذه الفترة يتمثل في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية ومنطقة الدوحة، في حين يضعف باتجاه الوسط والجنوب، خاصة في موقع رصد أبو سمرة حتى يبلغ أدناه عند موقع رصد سودانيل (قيمة ت ٩٢,١)، ولا يظهر الاختلاف في تركيز الأمطار فحسب، بل يشمل المتوسط العام لها، فيبلغ في روضة الفرس ومسيكة الواقعتان في الجزء الشمالي من قطر ما بين (٩٦,٢، ٨٥,٩) ملم، في حين يصل في موقعي رصد أبو سمرة وسودانيل الواقعتان في جنوب غرب وأقصى جنوب قطر إلى حوالي (٦١,٣، ٥٧,٥) ملم على التوالي.

المحصلة السنوية للأمطار في قطر:

تجنع الأمطار في المناطق التي تتميز بفصلية واضحة إلى التركيز في شهر محدد، أو في فترة محددة، كما يحدث في بلاد الشام وخاصة الأجزاء الغربية منها، حيث تتركز في يناير (نعمان شحادة، ١٩٨٦، ص ٣٣)، بيد أن الأمطار يتأخر سقوطها كلما اتجهنا نحو الشرق أو الجنوب الشرقي من بلاد الشام، ويعزى ذلك إلى أن نطاقات الضغط المرتفع المحلية لا تسمح بتقديم المنخفضات الجوية نحو الشرق حتى يعتريها الضعف (أعني نطاقات الضغط)، ويأتي ذلك في فترات متأخرة عن المناطق الغربية والشمالية الغربية، ونتيجة لذلك تكون المحصلة السنوية للأمطار في قطر متأخرة نسبيا عنها في بلاد الشام.

فجداول الأمطار الشهرية، أو الأعمدة البيانية التي تمثل التوزيع الشهري للأمطار لا تكفي لتحليل التوزيع الحقيقي للأمطار خلال العام، لذا كان من الأجدى استخدام أسلوب إحصائي لتحليل التوزيع الزمني للأمطار، وتحديد مركز الثقل لهذا التوزيع؛ لأنه يعتبر أفضل المقياس للتعرف على فصلية الأمطار.

ويعتمد هذا الأسلوب على تمثيل كل شهر بمتجه Vector وأن قيمة هذا المتجه Magnitude ما هي إلا معدل الأمطار في ذلك الشهر، وأن اتجاه المتجه Direction عبارة عن الزمن الذي يمثله ذلك الشهر في السنة، فيتكون بالتالي اثنتا عشر متجهاً (شكل رقم ٤-١٤)، يعكس كل منها الأمطار التي تسقط في الشهر، وقد تم تحديد اتجاه أي متجه على أساس أن مجال كل متجه يمثل (٣٠°)، وأن مركز الشهر هو منتصف ذلك المجال، فـ شهر يناير يمثله الزاوية (١٥°)، وشهر فبراير الزاوية (٤٥°)، وشهر مارس الزاوية (٧٥°) . . وهكذا.

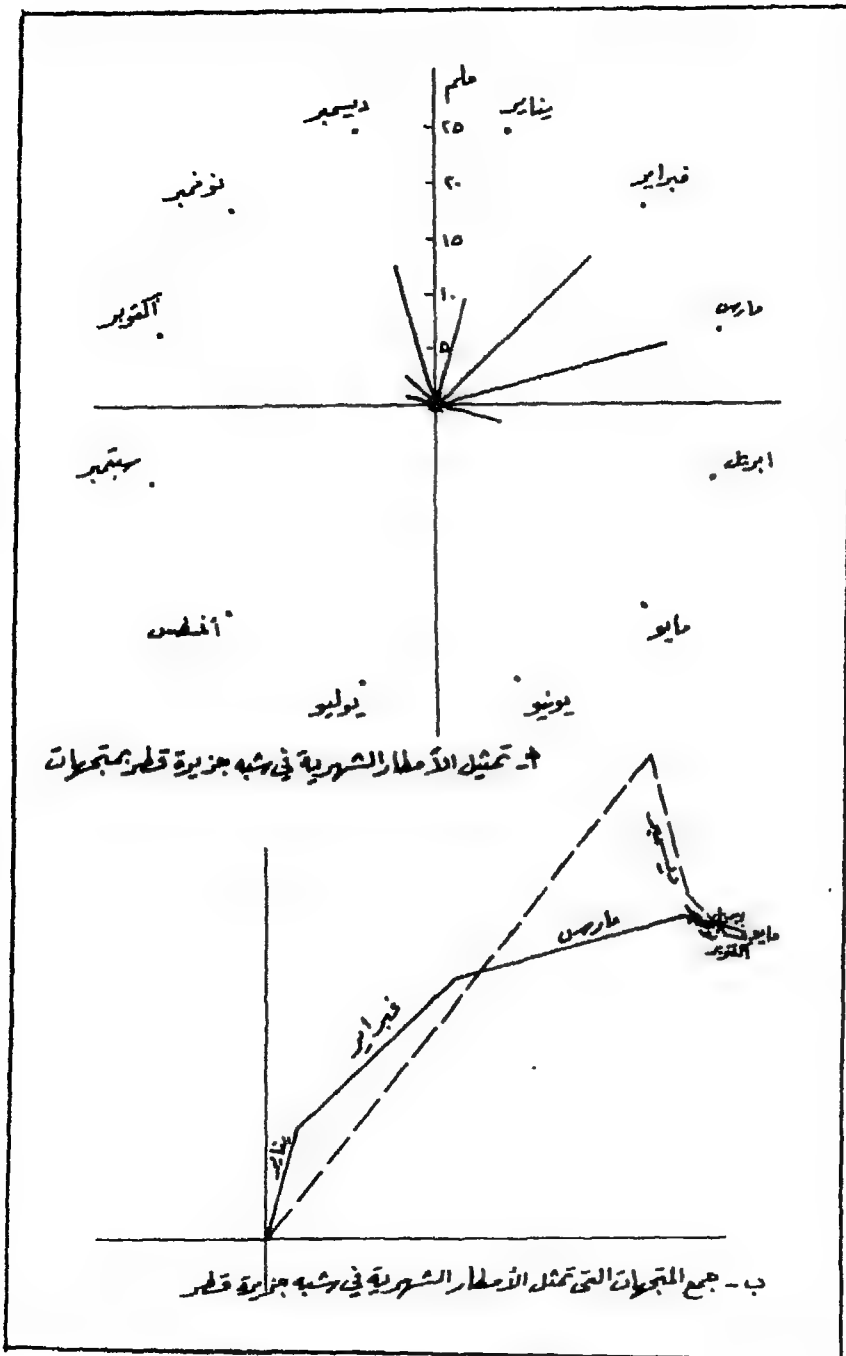
وحال تجميع المتجهات فإن المحصلة النهائية Resultant تمثل مركز الثقل الحقيقي للأمطار في السنة (شكل رقم ٤-١٤ ب) وتشير إلى حقيقتين:

- * تعتبر قيمة المحصلة معياراً لفصلية الأمطار، فإذا قمنا بتقسيم هذه القيمة على المتوسط العام للأمطار، فإننا نستدل على مركز الثقل في توزيع الأمطار الشهرية.
- * أما اتجاه المحصلة فإنه يمثل الفترة التي تحدث فيها قمة الأمطار السنوية، ومن خلال تحديد مجال كل شهر يمكن تحويل الزوايا إلى أيام، وبالتالي تحديد فترة تركيز الأمطار.

ويتم حساب قيمة المحصلة بتحليل كل متجه إلى مركبتين هما: السينية والصادية، وقد استخدمت في ذلك المعادلة التالية:

$$R = \sqrt{(V_i \sin i)^2 + (V_i \cos i)^2}$$





شكل رقم (٤-٤) (٤١)
مجموعات الأقطار الشمسية وموصلتها النهائية في شبه جزيرة قطر

حيث :

$R =$ قيمة المحصلة العامة لجميع المتجهات .

$V_i =$ المعدل الشهري للأمطار .

$\sin =$ جيب الزاوية التي يصنعها المتجه (وتمثل المركبة الصادية) .

$\cos =$ جيب تمام الزاوية التي يصنعها المتجه (وتمثل المركبة السينية) .

ويمكن الحصول على الزاوية التي تصنعها المحصلة حسب المعادلة التالية :

$$\tan \lambda = \frac{V_i \sin O_i}{V_i \cos O_i}$$

حيث إن Tan عبارة عن ظل الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور السينات ، والجدول التالي يوضح الخطوات التي يمكن اتباعها لحساب فصلية الأمطار :

جدول رقم (٤-٣٣)

حساب فصلية الأمطار في قطر

الشهر	معدل الأمطار (ملم)	فأي	جا	جنا	ص	س
يناير	١٠,٠٣	١٥	٠,٢٥٩+	٠,٩٦٦+	٢,٥٩٨	٩,٦٨٩
فبراير	١٩,٢٠	٤٥	٠,٧٠٧+	٠,٧٠٧+	١٣,٥٧٤	١٣,٥٧٤
مارس	٢٠,٧١	٧٥	٠,٩٦٦+	٠,٢٥٩+	٢٠,٠٠٦	٥,٣٦٤
أبريل	٥,٧٣	١٠٥	٠,٩٦٦+	٠,٢٥٩-	٥,٥٣٥	١,٤٨٤-
مايو	٣٢	١٣٥	٠,٧٠٧+	٠,٧٠٧-	٠,٢٢٦	٠,٢٢٦-
يونيو	صفر	١٦٥	٠,٢٥٩+	٠,٩٦٦-	صفر	صفر
يوليو	صفر	١٩٥	٠,٢٥٩-	٠,٩٦٦-	صفر	صفر
أغسطس	صفر	٢٢٥	٠,٧٠٧-	٠,٧٠٧-	صفر	صفر
سبتمبر	٠,١١	٢٥٥	٠,٩٦٦-	٠,٢٥٩-	٠,١٠٦-	٠,٢٩-
أكتوبر	٢,٢٧	٢٨٥	٠,٩٦٦-	٠,٢٥٩+	٢,١٩٣-	٠,٥٨٨
نوفمبر	٣,٧٤	٣١٥	٠,٧٠٧-	٠,٧٠٧+	٢,٦٤٤-	٢,٦٤٤
ديسمبر	١٣,١٤	٣٤٥	٠,٢٥٩-	٠,٩٦٦+	٣,٤٣-	١٢,٦٩٣
المجموع	٧٥,٢٥				٤١,٩٣٩+	٤٤,٥٥٢+
					٨,٣٤٦-	١,٧٣٩-
					٣٣,٥٩٣+	٤٢,٨١٣+

$$٥٤,٤٢ = \sqrt{٢(٣٣,٥٩٢) + ٢(٤٢,٨١٣)} = \text{قيمة المحصلة}$$

$$\%٧٢,٣١٩ = \%١٠٠ \times \frac{٥٤,٤٢}{٧٥,٢٥} = \text{قرينة التركيز}$$

$$\lambda = \frac{\text{ص}}{\text{س}} = \frac{٣٣,٥٩٢}{٤٢,٨١٣} = ٠,٧٨٥$$

الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور السينات = $٢٨٧^{\circ}١٠'$

الزاوية التي تصنعها المحصلة مع محور الصادات = $٥١^{\circ}٥٢'٥٠''$

تتركز الأمطار في قطر ما بين (٨-٢٢) من شهر فبراير.

تحليل البيانات ورصد النتائج:

تم تحليل البيانات الخاصة بمعدلات الأمطار الشهرية في جميع مواقع الرصد حيث يوضحها الجدول التالي.

جدول رقم (٤-٣٤)

قرينة التركيز الفصلي وفترة تركيز الأمطار حسب مواقع الرصد في قطر

موقع الرصد	قرينة التركيز %	فترة تركيز الأمطار	موقع الرصد	قرينة التركيز %	فترة تركيز الأمطار
الرويس	٧٢,٥	أواخر فبراير وأوائل مارس	سوداثل	٧١,٢	الأسبوع الثالث من فبراير
روضة القدس	٦٩,٤	الأسبوع الأخير من فبراير	و. الواسعة	٧٣,٠	الأسبوع الأخير من فبراير
الصفيريات	٧٠,٨	أوائل مارس	مبيكة	٧٣,٩	الأسبوع الأخير من فبراير
النصرانية	٧٢,٦	الأسبوع الثالث من فبراير	المطورية	٧٠,٥	الأسبوع الأخير من فبراير
أم باب	٦٨,٩	الأسبوع الأخير من فبراير	الماجدة	٦٩,٨	بداية مارس
ميل ٢	٧٣,٦	الأسبوع الثالث من فبراير	أم الشحوط	٧٤,٥	الأسبوع الرابع من فبراير
دكا	٧٥,٥	الأسبوع الثالث من فبراير	دحان	٧٥,٦	الأسبوع الثالث من فبراير
الجميلية	٦٨,٤	الأسبوع الأخير من فبراير	أم الأفاعي	٧٣,٧	الأسبوع الرابع من فبراير
مسيعد	٦٩,٩	الأسبوع الثالث من فبراير	أم المواقع	٧٩,٦	الأسبوع الثالث من فبراير
الكرعانة	٦٤,٢	الأسبوع الثالث من فبراير	البليّة	٧٤,٧	الأسبوع الرابع من فبراير
الخرارة	٧٥,٨	منتصف فبراير	الوكير	٧٧,٦	منتصف فبراير
العامرية	٧٤,٥	منتصف فبراير	الدوحة	٦٩,٨	منتصف فبراير
ترينا	٧٨,٠	منتصف فبراير	أبو سمرة	٧٢,٩	الأسبوع الثالث من فبراير
قرينة التركيز (المحصلة) العامة في قطر = $\%٧٢,٣$					

يتبين من (الجدول رقم ٤-٣٤) و (الشكل رقم ٤-١٤ب) أن وقت تركيز الأمطار الفصلية في قطر هو شهر فبراير، وينسحب هذا على (٨٨,٥٪) من عدد مواقع الرصد، في حين تتركز الأمطار في بقية مواقع الرصد في أوائل مارس، وينسجم هذا مع وجود اتجاه عام في منطقة المشرق العربي أو جنوب غرب آسيا بتأخر وقت تركيز الأمطار كلما اتجهنا نحو الشرق والجنوب الشرقي، ويبدو أن التباين بين مواقع الرصد المختلفة يعزى إلى وجود بعض الاختلافات المحلية، أو ربما إلى التوغل التدريجي للهواء القطبي باتجاه الجنوب.

ومن تحليل الزوايا التي تصنعها المحصلات العامة للأمطار الشهرية في قطر، يتضح أن الأمطار لا تعزى إلى المنخفضات المتوسطة والسودانية فحسب، بل إن جزءاً منها تسببه المنخفضات المحلية التي تتكون - كما أشرنا - فوق بعض مناطق شبه جزيرة العرب في فصل الربيع، خاصة فوق منطقة نجد، ولهذا يتمثل نظامان لموعد تركيز الأمطار في قطر هما:

١- نظام تتركز فيه الأمطار في شهر فبراير:

وهناك أنظمة ثانوية بحسب الفترة التي تتركز فيها الأمطار، فقد تتفاوت تبكيرا أو تأخيرا، ففي حالة تبكيرها فإنها لا تسبق في سقوطها نهاية الأسبوع الثاني، وفي حالة تأخيرها فقد تسقط في أيام معدودات من الأسبوع الثالث من شهر فبراير، ويتمثل هذا النظام في النصف الجنوبي من قطر، ويتفق حده الشمالي مع طريق «الدوحة - دخان»، ويشمل في توزيعه المكاني جميع مواقع الرصد الواقعة إلى الجنوب منه حتى حدود قطر مع السعودية، باستثناء المنطقة المحيطة بأم باب الواقعة على الساحل الغربي، فيما بين دخان وأبو سمرة، وبما لا شك فيه أن أمطار هذا النظام ترتبط بوصول المنخفضات الجوية المتوسطة ذات المسار الجنوبي الشرقي، والتي تبدأ فيما بعد بالاضمحلال والتلاشي إثر تدخل نطاق الرياح الموسمية القادم من بحر العرب والمحيط الهندي.

٢- نظام تتركز فيه الأمطار بين أواخر فبراير وأوائل مارس:

يمتد زمنيا من بداية الأسبوع الرابع لشهر فبراير حتى نهاية الأسبوع الأول من شهر مارس، ويتوزع مكانيا بالإضافة إلى مواقع الرصد الواقعة إلى الشمال من



طريق الدوحة - دخان، في بعض المواقع التي تتوغل كبؤر مطرية في النظام السابق (السيلية، أم باب)، ويتأثر هذا النظام في فترة منه بالمنخفضات المتوسطة، ولكن يبدو أن غالبية أمطاره تسببها المنخفضات الجوية الحرارية المحلية التي تنشأ فوق شبه جزيرة العرب، وتحرك نحو الشرق فتؤثر على منطقة الخليج العربي.

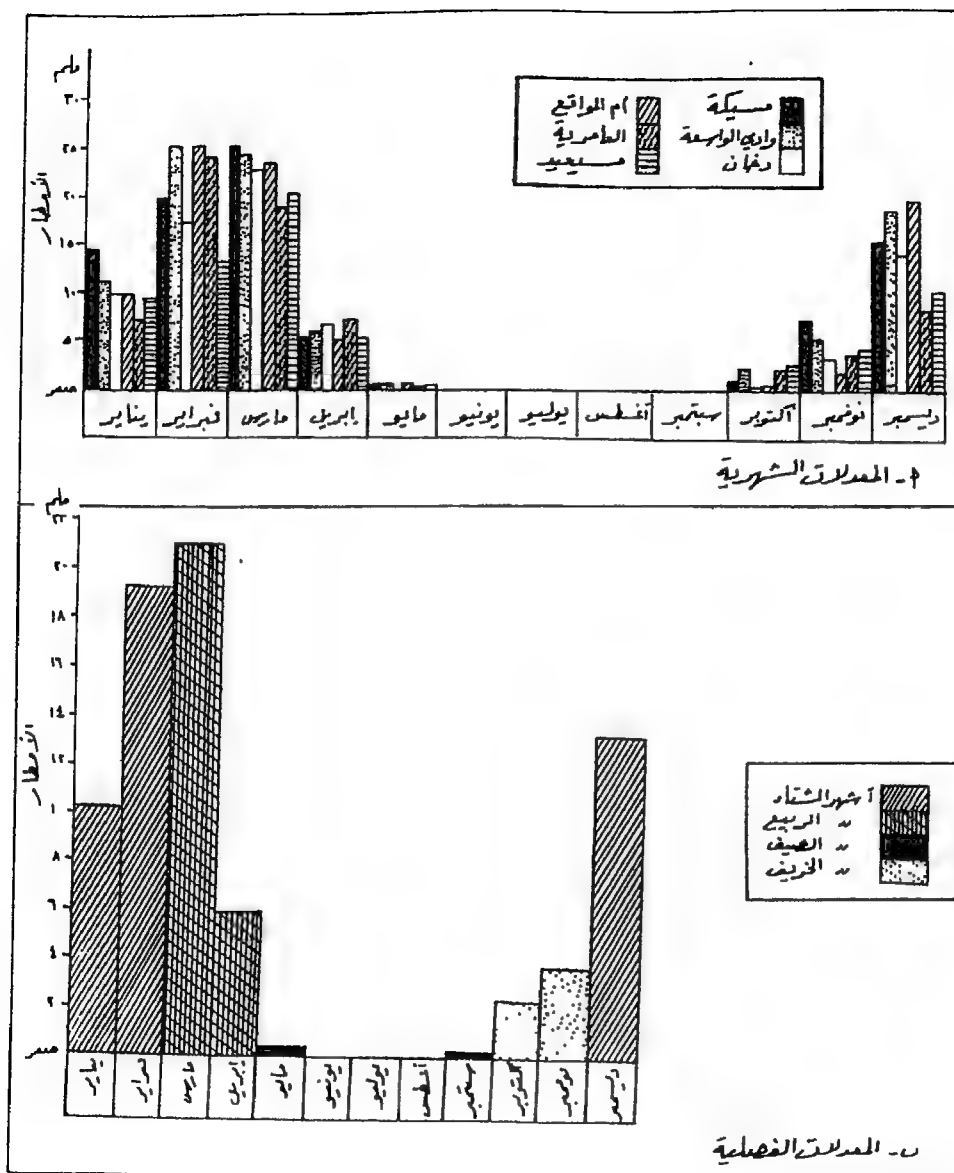
ومن استعراض (الشكل ٤-٤٢ أ، ب)، يتبين أن الأمطار في قطر يبدأ موسمها الفعلي في فصل الخريف (أكتوبر) ولكنها بكميات متواضعة، تزايد في بداية الشتاء (ديسمبر) ونهايته (فبراير) حيث تستمر في فصل الربيع (مارس) ولكنها بدرجة تفوق ما شاهدناه في شهر فبراير، ثم تتناقص كلما اقتربنا من نهاية الربيع وبداية الصيف حتى تنعدم تماما في أشهر الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر).

نسب التركيز الفصلي للأمطار:

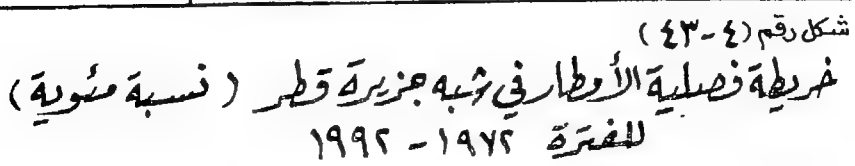
تشير قرينة التركيز (المحصلة السنوية للأمطار) التي تمثل نسبة الفصلية في أمطار قطر إلى الخصائص التالية في توزيعها المكاني (خريطة رقم ٤-٤٣):

١ - نسبة تركيز أكثر من ٧٥٪:

تظهر أعلى نسبة للتركيز في مناطق ثلاث: تمتد المنطقة الأولى من القطع الساحلي المقابل لمدينة الوكرة بين الدوحة ومسيعيد باتجاه الغرب في شريط ضيق، يتسع عند موقع رصد دكا وخاصة نحو الشمال ليشكل دائرة مركزها موقع رصد «أم المواقع» الذي تبلغ فيه قرينة التركيز (٦, ٧٩٪)، وتقع المنطقة الثانية على الساحل الغربي، وهي محدودة المساحة، لا تتعدى محيط مدينة دخان مع الشريط الساحلي المقابل لها، وتبلغ نسبتها (٦, ٧٥٪)، أما المنطقة الثالثة فتتمدد إلى الجنوب من مسيعيد، وتشمل الأطراف الشمالية لخور العديد وجزءا من الساحل الجنوبي الشرقي لقطر، وتتوغل في الداخل حتى موقع رصد الحرارة، يتوسطها موقع رصد ترينا بنسبة تركيز تبلغ (٧٨٪)، وأمطار هذه المناطق تتركز في فترتين زمنيتين مختلفتين ضمن شهر فبراير، فالمواقع المتاخمة للساحل الشرقي (الوكير) والجنوبي الشرقي (ترينا والحرارة) تتركز أمطارها في منتصف فبراير، أما المواقع التي تقع في وسط قطر (أم المواقع)، وتلك الواقعة على الساحل الغربي (دخان) فأمطارها تتفوق في تركيزها مع الأسبوع الثالث من شهر فبراير (الجدول رقم ٤-٣٤).



شكل رقم (٤-٤٢) معدلات الأمطار الشهرية والفصلية لمواقع رصد مختارة للفترة (١٩٧٣-١٩٩٢)



شکل رقم (۴-۴۳)

٢- نسبة تركيز تتراوح بين (٧٠٪ - ٧٥٪):

وتتشر على مساحة واسعة من قطر، ويمثلها نصف مواقع الرصد (٥٠٪) منها، ولعل هذا التوزيع الانتشاري يعزى إلى ضيق المساحة بين الشرق والغرب أو بين الشمال والجنوب، وإلى تعرض معظم مواقع الرصد في قطر إلى خصائص مناخية قد لا تختلف كثيرا فيما يتعلق بالمنخفضات المتوسطة والسودانية أو ربما المحلية، ويلاحظ أن مواقع الرصد الممثلة لهذه الفئة تتفاوت زمنيا في أمطارها، فالمواقع التي تواجه الساحل الغربي مباشرة (النصرانية، ميل ٣٢)، وتلك الواقعة في الجنوب (سودانيل) والجنوب الغربي (أبو سمرة) تتركز أمطارها في بداية الأسبوع الثالث من شهر فبراير، في حين يتأخر هذا التركيز في مواقع الرصد المواجهة للساحل الشمالي الغربي (الرويس، مسيكة، الصفيريات) والساحل الشرقي (وادي الواسعة، أم الشخوط، والوسط (أم الأفاعي وانعطورية) إلى الأسبوع الأخير من شهر فبراير، وقد يمتد إلى أوائل مارس.

٣- نسبة تركيز تتراوح ما بين (٦٥٪ - ٧٠٪):

يبدو أن هذه الفئة أكثر انتشارا من النسبة الأولى، وتتمثل في النصف الشمالي من قطر (الماجدة، روضة الفرس، الجميلية) بقدر ما تتواجد خصائصها في النصف الجنوبي (العامرية، محيط الكرانة)، وهي بالإضافة إلى احتلالها قطاعات متفرقة من الساحل الشرقي (مسيعد، الدوحة، منطقة رأس لفان) فإنها تمتد على طول أشربة محدودة من الساحل الغربي (أم باب، شبه جزيرة أم حيش، فيشاخ)، ويلاحظ أن التوزيع المكاني لهذه الفئة في النصف الجنوبي يشغل مساحة كبيرة، إذ تمتد المنطقة الممثلة لها من الساحل المقابل لموقع رصد مسيعد باتجاه الغرب لمسافة قد تصل إلى (٧٣) كم، ثم باتجاه الجنوب الغربي لمسافة (٤٢) كم، فتحل أجزاء كثيرة من التلال القطرية التي يزيد ارتفاعها على (١٠٠) م، بينما لا يزيد ارتفاع مواقع الرصد في النصف الشمالي على (٣٨) م في موقع الجميلية، وربما يكون لهذه السمات التضاريسية بالإضافة إلى عوامل الموقع، ومواجهة مسارات المنخفضات الجوية أثر في التباين الزمني لفترات التركيز، فمواقع الرصد الشمالية تتركز أمطارها في الفترة ما بين الأسبوع الأخير من شهر فبراير

وبداية مارس، تناظرها الأجزاء الغربية المتمثلة في موقع رصد أم باب، أما مواقع الرصد الجنوبية (الدوحة، مسيعيد، العامرية)، فتركز أمطارها في منتصف فبراير والأسبوع الأخير منه.

٤- نسبة تركيز تقل عن (٦٥٪):

وينفرد بها موقع رصد الكرعانة الواقع على بعد (٦٠) كم إلى الجنوب الغربي من الدوحة، وتقع ضمن اللسان الممتد من مسيعيد باتجاه الغرب (٦٥٪-٧٠٪) وتشغل مساحة صغيرة جدا، وتركز أمطارها في الأسبوع الثالث من فبراير.

خصائص الأمطار اليومية:

البيانات الخاصة بالأمطار اليومية والمتعلقة بغزارة الأمطار Intensity أثناء العواصف المطيرة غير مسجلة في النشرات التي تم الحصول عليها، بيد أن المتوافر منها يمثل أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة، وعدد الأيام المطيرة للفترة من (١٩٨٤-١٩٩٢) لجميع مواقع الرصد باستثناء موقع رصد الدوحة الذي يمتد سجله المطري بين (١٩٧٤-١٩٩٣)، ومن (الملحق رقم ٤-١٢) نستخلص الخصائص الرئيسية التالية:

- ١- تسقط معظم الأمطار في بضع رخات قوية لا تدوم الواحدة منها إلا فترة قصيرة.
- ٢- نسبة الأمطار التي تسقط في يوم واحد مقارنة مع المجموع السنوي للأمطار تتفاوت من عام إلى آخر، ففي عام ١٩٨٧ سجل موقع رصد ترينا أعلى نسبة هطول بلغت (٦, ٨١٪)، مع أن كميته التي بلغت (٢, ٢٧) ملم/الساعة لم تضاه في نفس العام ما سجله موقع رصد أم الأفاعي التي بلغت (٢, ٥٦) ملم/الساعة، وبنسبة (٧, ٥٦٪) من مجموع الأمطار البالغ (٢, ٩٩) ملم، في حين بلغت أدنى نسبة عام ١٩٩٢ وسجلها موقع رصد أبوسمرة (١, ١٤٪)، وتمثل كميته (١٧) ملم/ الساعة من مجموع الأمطار التي بلغت في نفس العام (٦, ١٢٠) ملم، وهي تفوق - بالمقارنة - أعلى هطول سقط على موقع رصد ترينا والبالغ (٨, ٩) ملم/ الساعة، إلا أن نسبته بلغت (٦, ٢١٪) من مجموع الأمطار التي لا تساوي سوى (٦, ٣٧٪) من أمطار أبو سمرة.

٣- تشير هذه الخصائص إلى مدى التفاوت ليس فقط على المستوى الزمني، وإنما على مستوى مواقع الرصد خلال فترة التسجيل المطري، وتؤكد على مدى العلاقة الارتباطية القوية بين حدة هذا التفاوت في الأمطار اليومية وبين العواصف المسببة لها، وذلك من حيث استمراريتها ووقت حدوثها.

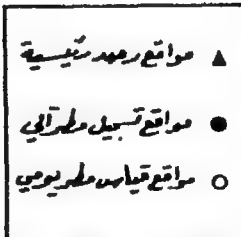
٤- من خلال استعراض خريطتين لخطوط المطر المتساوية، إحداهما لأعلى هطول حدث خلال ٢٤ ساعة لعام ١٩٨٨، (خريطة رقم ٤-٤٤)، والأخرى لأعلى هطول حدث في ٢٤ ساعة عام ١٩٩٢ (خريطة رقم ٤-٤٥)، لتبين لنا مدى التفاوت الذي يمكن تلخيصه في النقاط التالية:

(أ) لم يتجاوز أعلى هطول عام ١٩٩٢ أكثر من (٤, ٦٠) ملم/ اليوم، بغزارة (٥, ٢) ملم/ الساعة، في حين بلغ في حدود (٦, ٩٨) ملم/ اليوم عام ١٩٨٨، بغزارة (١, ٤) ملم/ الساعة، أي بزيادة فاقت نسبتها (٦٣٪).

(ب) يلاحظ أن خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٩٢ متباعدة من ناحية، وتخلو منها كثير من المناطق من ناحية ثانية، نظرا لتفاوت قيم أعلى هطول أو تماثلها، بينما تتزاحم نظيراتها في عام ١٩٨٨ وتتقارب لدرجة أنها تغطي معظم مساحة قطر، مما يوحي بمقدار التباين بين قيم أعلى هطول، ويظهر مدى التفاوت الذي يشكل أبرز خصائص الأمطار الجبهوية أو الانقلاية.

(ج) من الملاحظات الجديرة بالاهتمام أن منطقة الوسط ممثلة في موقع رصد أم المواقع، وأقصى الطرف الشمالي الغربي ممثلا في موقع رصد مسيكة استقبلا عام ١٩٩٢ أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة، في حين تركز أعلى هطول على خريطة خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٨٨ في وسط الجنوب الغربي، ويمثله موقع رصد العامرية، بينما تركز أدنى هطول في منتصف الساحل الغربي (أم باب) والطرف الشمالي الغربي (مسيكة).

(د) يبدو أن المنطقة الوسطى الممتدة عرضيا بين الدوحة ودخان تمثل عاملا مشتركا بين شمال قطر وجنوبها؛ لأنها تحتفظ بقيمتها المرتفعة من الأمطار سواء أكانت شهرية أم فصلية، ولعل هذه الخصائص تشير إلى أن مواقع



خريطة خطوط المطر المتساوية (أعلى لخطوط خلال ٢٤ ساعة ملم)
في شبه جزيرة قطر لعام (١٩٩٤)

الرصد في هذه المنطقة تعتبر إحدى أهم المسارات شبه الثابتة للمنخفضات الجوية وخاصة تلك التي تتكون فوق وسط شبه جزيرة العرب، وملتقى الجبهات الهوائية المتباينة في خصائصها، بينما لا تنطبق هذه الصفات على الأجزاء الشمالية أو الجنوبية من قطر، نظرا للتباين الواضح في أمطارهما من عام إلى آخر، فخرائطنا خطوط المطر المتساوية لعامي ١٩٨٨، ١٩٩٢ تشيران بشكل لا يدع مجالا للشك إلى مثل هذه الخصائص، فنلاحظ - مثلا - أن موقع رصد العامرية استقبل في عام ١٩٨٨ حوالي (٦، ٩٨) ملم/ اليوم، بينما بلغت الكمية في عام ١٩٩٢ في حدود (٦، ١٧) ملم/ اليوم، وبالمثل فإن موقع رصد مسيكة الذي يقع في الشمال الغربي سجل في عام ١٩٩٢ حوالي (٢، ٥٩) ملم في اليوم، في حين لم يسجل في عام ١٩٨٨ سوى (٢٦) ملم/ اليوم.

(هـ) يتضح من (الخريطة رقم ٤-٤٤) أن الأمطار إلى الشمال من خط عرض الدوحة تتزايد في اتجاهين: الأول: نحو الجنوب الشرقي، والثاني: نحو الجنوب، أما في الوسط فإنها تتزايد من الغرب باتجاه الشرق وفي النصف الجنوبي تتركز بؤرة الأمطار في موقع رصد العامرية، وتشير خريطة خطوط المطر المتساوية لعام ١٩٩٢ إلى أن الأمطار تتناقص في اتجاهين، فإلى الشمال من طريق الدوحة - دخان، تتناقص الأمطار من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي والجنوب، ومن منطقة الوسط تتناقص باتجاه الجنوب، وأن خط (٤٠) ملم يمثل حدا فاصلا بين التزايد نحو الشمال والشمال الغربي، والتناقص باتجاه الجنوب.

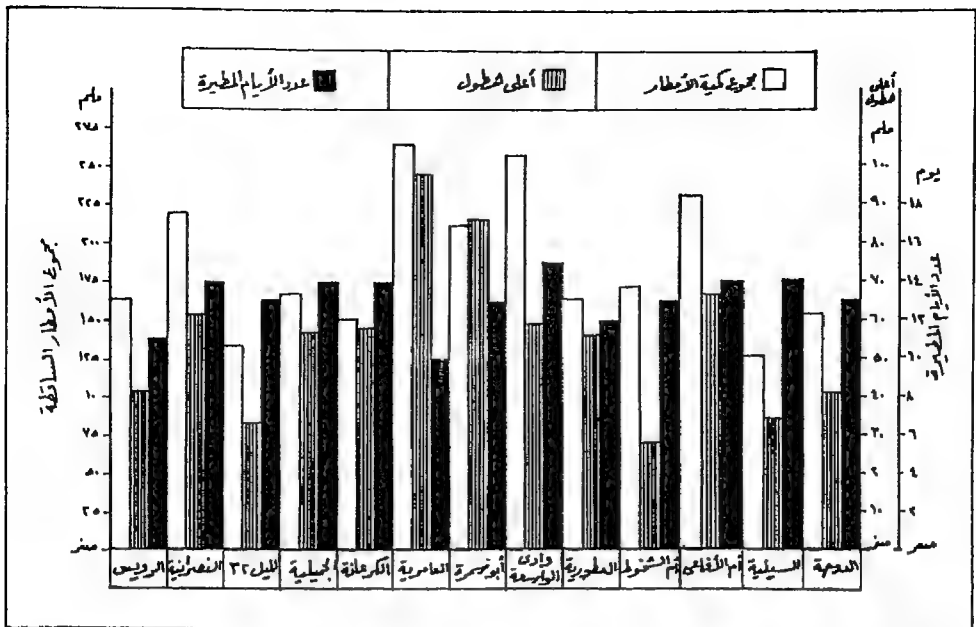
٥- من أبرز خصائص الأمطار اليومية أن المعدل العام لعدد الأيام الممطرة خلال فترة المقارنة (١٩٨٤-١٩٩٢) تختلف من موقع رصد إلى آخر في قطر، إذ يتراوح المعدل العام لعدد الأيام الممطرة في الجزء الشمالي من قطر ما بين (١، ١٢-٣، ١٥) يوما/ السنة، وتمثله مواقع رصد الرويس ومسيكة ورضة الفرس والماجدة، في حين يتناقص هذا المعدل بالاتجاه نحو الوسط والجنوب الشرقي، فيبلغ في وسط قطر بين (١١، ١١-٦، ١١) يوما/ السنة في موقعي

العتورية وأم المواقع على التوالي، ويتراوح على الساحل الشرقي ما بين (٦، ٩-١٠) يوما/ السنة، ممثلا بموقعي رصد الدوحة والوكير، وفي أقصى الجنوب الغربي والجنوب يتراوح ما بين (٣، ٨-٨، ٧) يوما/ السنة، ويمثله موقعا رصد أبو سمرة وسودانيل.

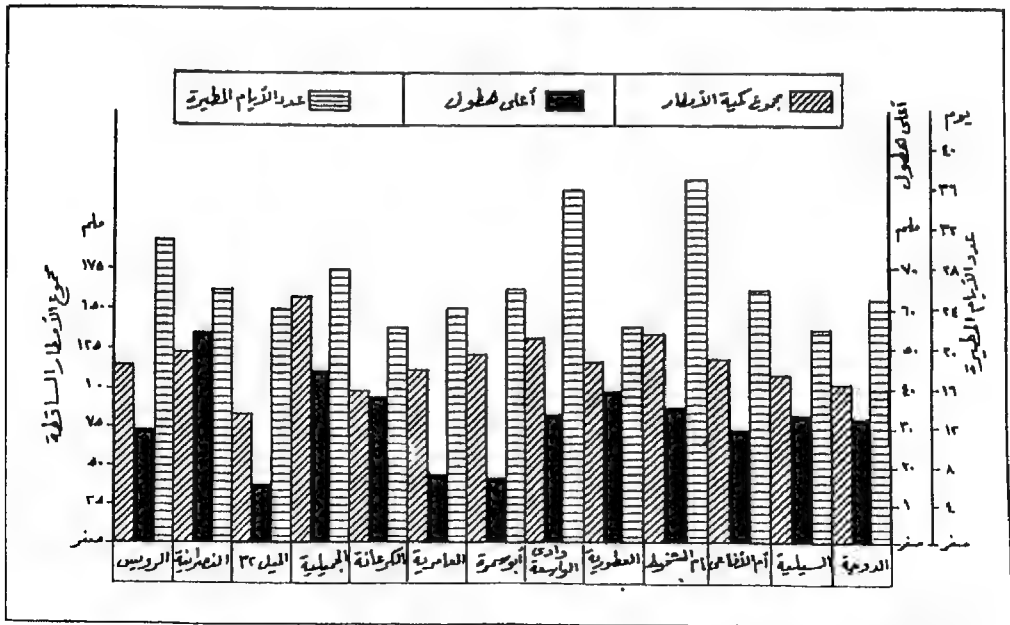
٦- من (الشكلين البيانيين رقمي ٤-٤٦، ٤-٤٧) الممثلين لمجموع كمية الأمطار، وأعلى هطول، وعدد الأيام المطيرة، نستخلص الخصائص التالية:

(أ) ليس شرطا أن توجد علاقة بين كمية الأمطار أو أعلى هطول في اليوم وبين عدد الأيام المطيرة، وإن وجدت فإنها علاقة ضعيفة قد تبلغ (٥١٢+، ٠، ٥٦٢+)، كما هو الحال في العلاقة بين مجموع كمية الأمطار وعدد الأيام المطيرة في عام ١٩٩٢، كما أنه ليس شرطا أن تكون العلاقة الدالية موجبة، فقد تكون بالإضافة إلى ضعفها أو انعدامها سالبة، ويبرهن على ذلك ما نلاحظه من أن عدد الأيام المطيرة عام ١٩٨٨ في موقع رصد أم الشخوط بلغ (١٣) يوما/ السنة، سقطت خلالها من الأمطار ما كميته (١٧١، ٦) ملم، في حين بلغت عدد الأيام في موقع رصد العامرية (١٠) أيام/ السنة، هطلت أثناءها كمية بلغت (٢٦٣، ٤) ملم.

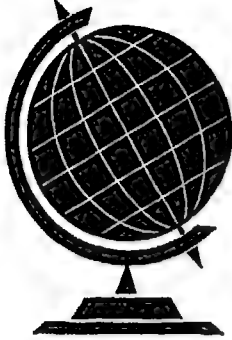
(ب) ويشير الشكلان إلى التباين الواضح بين كمية الأمطار وأعلى هطول، وبين عدد الأيام المطيرة، فعدد الأيام المطيرة عام ١٩٨٨ في موقع أم الأفاعي مثلا بلغت (١٤) يوما/ السنة، سقطت خلالها كمية من الأمطار بلغت حوالي (٢٢٨، ٦) ملم، كان أعلى هطول في يوم واحد (٦٦، ٨) ملم/ اليوم، وبالمقارنة مع عام ١٩٩٢، يتبين أن عدد الأيام المطيرة في ذات الموقع بلغت الضعف تقريبا (٢٦) يوما، هطلت من الأمطار كمية لم تتجاوز (١١٨) ملم، منها (٢٩، ٨) ملم في يوم واحد.



شكل رقم (٤-٤٦) مديجيات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام الممطرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٨٨)



شكل رقم (٤-٤٧) مديجيات العلاقة بين مجموع الأمطار وأعلى هطول خلال ٢٤ ساعة وعدد الأيام الممطرة في مواقع رصد مختارة لعام (١٩٩٢)



الفصل الخامس

جغرافية التربة والنبات الطبيعي في قطر

أولاً: التربة في قطر.

ثانياً: النبات الطبيعي في قطر.

أولاً: التربة في قطر: The Soil of Qatar

لعل الاهتمام بدراسة التربة القطرية بدأ فيما بعد عام ١٩٧٠، عندما أخذت دولة قطر على عاتقها بمساعدة برنامج الأمم المتحدة للتنمية، ومنظمة الأغذية والزراعة FAO إجراء مسح استكشافي للتربة بهدف التعرف على طبيعتها وخصائصها، وكونها موردا يعتمد عليه الإنسان القطري في إنتاج غذائه، وقد تبين أن أي توسع زراعي أفقي أو حتى رأسي يتطلب تقييما لموارد المياه الصالحة للري كما وكيفا؛ لأن هناك مناطق صالحة للزراعة وتحتاج إلى كميات ضخمة من المياه بمواصفات خاصة، كما توجد مناطق أخرى كثيرة المياه ولكنها ذات ملوحة عالية، ولهذا كذلك زراعتها الخاصة، كل هذا من شأنه أن يوجه الجهود نحو اتخاذ الإجراءات الكفيلة بحماية التربة والحفاظ عليها، كي تفي باحتياجات السكان المتزايدة.

وعلى هذا الأساس سيتم التركيز في دراستنا لجغرافية التربة التي تعتبر نتاج كل من الظروف المناخية التي تتأثر بها قطر وتكويناتها الجيولوجية السطحية، وعاملا ذا قيمة في التعرف على الغطاء النباتي، على الجوانب التالية:

- ١- العوامل التي تتحكم في تكوين التربة القطرية وتوزيعها.
- ٢- تصنيف التربة القطرية تبعا لعوامل تكوينها ومناطق توزيعها.
- ٣- الخصائص الطبيعية والكيميائية لأنواع التربة القطرية.
- ٤- قطاعات التربة القطرية.
- ٥- تصنيف التربة القطرية تبعا لمقدرتها الإنتاجية.

١- العوامل التي تتحكم في تكوين التربة القطرية وتوزيعها:

The Factors Control the Formation and Distribution of the Soil

تخضع التربة القطرية في نشأتها وتكوينها إلى خمسة عوامل رئيسة، شأنها في ذلك شأن التربات الإقليمية والعالمية، ويرجع الفضل في إبراز أهمية هذه العوامل للعالم البدولوجي «دوكشتيف»، كما صاغ عالم التربة الأمريكي H. Jenny معادلة يوضح فيها عوامل تكوين التربة وهي كالتالي: $S = f(CL, O.R.P.T)$ حيث تمثل هذه الرموز العوامل التالية: (Robinson, H. 1977, p. 78).

التربة: S: Soil، العوامل: f: Formers، المناخ: CL: Climate، العامل البيولوجي: O: Organisms (Biological)، التضاريس: R: Relief، المادة الأم (الأصلية): P: Parent Material، عامل الزمن: T: Time، فمن خلال تفاعل هذه العوامل التي عملت على تفكيك الصخور وتفتيتها وتحليلها طبيعياً (ميكانيكياً) وكيميائياً وبيولوجياً كانت التربة، هذه العوامل هي:

(١) التركيب الجيولوجي (المواد الأصلية Parent Materials):

التربة هي إحدى العوامل الطبيعية التي تؤثر بدرجة مباشرة على أنواع النشاط البشري بصفة خاصة، وتعتبر بحق ناتجا لتفاعل عاملين تفاعلا متوازيا في الأهمية، هما: عامل الصخور الأصلية (العامل الجيولوجي)، وعامل المناخ بعناصره المتعددة؛ لأن التربة القطرية في جملتها تربة محلية موضعية Residual Soil، إنما اشتقت مكوناتها بفعل تفكك وتحلل الصخور التي تشكل سطح قطر، وهذا لا يدعو بالضرورة إلى أن نتجاهل بعض التربات المنقولة Transported بفعل الرياح أو الأنظمة النهرية القديمة من المناطق المجاورة لقطر، وخاصة منطقة الدرع العربي.

فالتكوين الجيولوجي ذو علاقة وثيقة بنوع التربة في كل مناطق قطر، وهو العامل الرئيس الذي يساهم في تشكيل نسيج التربة (لملمسها)، وقوامها Texture، ويحدد مساميتها ومدى تشبعها بالمياه أو إنفاذها لها، حيث تتألف المفتتات الصخرية من أشكال متباينة والأوان مختلفة تبعا لنوع التركيب الصخري السائد، فالتكوينات الجيولوجية في قطر يغلب عليها الصخر الجيري Limestone، إذ تتميز التربة باحتوائها على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم (CaCO_3) تقدر حسب العمق ما بين (٨, ١٧٪) حتى عمق (١٥) سم، (٥, ١٩٪) حتى عمق نصف متر تقريبا (Eccleston, 1981, Table 4.1, p. 4/2)، فتتمثل التكوينات الجيرية البحرية والطبقات المتعاقبة من الطين الصفحي والطين الجيري الدولومايتي غالبية صخور الحقب الثالث Tertiary Era، في حين تمتد تكوينات الحقب الرابع Quaternary Era التي تشكل من رواسب السبخات والرواسب الرملية والجيرية والحصى على طول السواحل القطرية، وفي مناطق محدودة من الداخل، وعلى الحدود مع العربية السعودية.

وعندما تتعرض التكوينات السطحية لفعل الأمطار الغزيرة، تجرف مياه السيول الرواسب الطينية والمفتتات الصخرية وتلقي بها داخل المنخفضات والأحواض المغلقة أو عند أقدام التلال الصخرية، كما هو الحال في النصف الشمالي من قطر، إضافة إلى ذلك تتواجد التربة الطينية في الجزء الجنوبي الغربي بين منطقة دخان وسودانيل، وقد تم اشتقاقها من صخور الطين الجيري الإيوسينية والميوسينية، في حين تنتشر التربة الرملية في الجزء الجنوبي الشرقي من شبه جزيرة قطر.

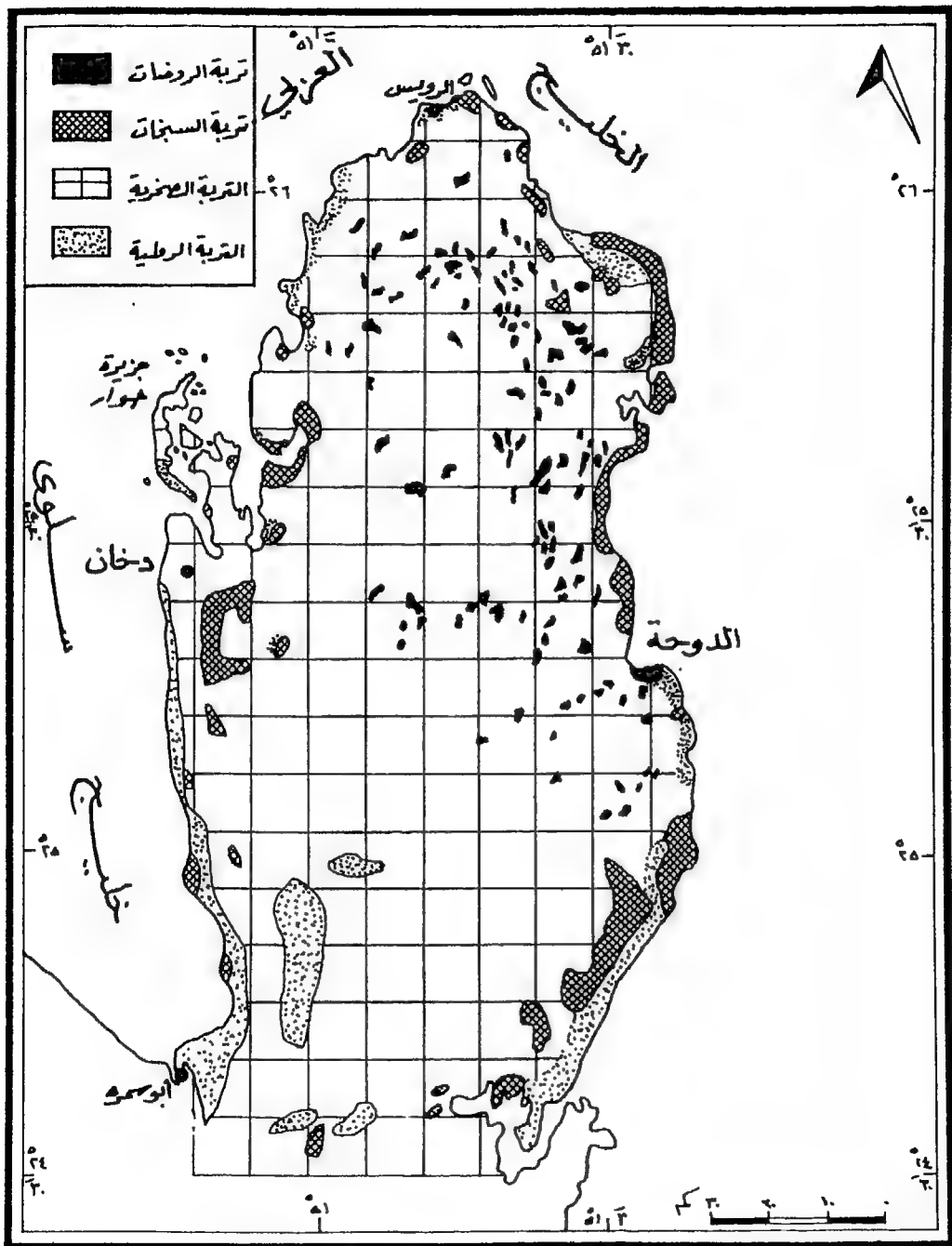
ومهما يكن من أمر فإن سطح قطر تكسوه أنواع متباينة من التربة تبعا لاختلاف التركيب الصخري وخصائصه، وعوامل التجوية (خريطة رقم ٥-١)، لذا يمكن التمييز بين الخصائص المختلفة للتربة القطرية - على سبيل المثال - من حيث قوامها وبنيتها ومدى مساميتها لعلاقة هذا بالتركيب الصخري، فقوام التربة يقصد به حجم الحبيبات التي تتألف منها هذه التربة، وهي تتفاوت في نسيجها من التربة الطفلية Loam (التربة الصفراء) التي تتكون غالبا من الصلصال والطيني والرمال، وتجمع مزايا كل من التربة الرملية والطينية دون مضارهما، فهي تربة هشة متوسطة الحبيبات تسمح بتسرب الماء عبر مسامها.

والتربة الطميية الصلصالية التي تتكون من حبيبات دقيقة يتراوح قطرها بين (٠.٠٢، ٠.٠٢-٠.٠٢) مم (Clarke, 1974, p. 22) فتعمل على تماسكها وبالتالي يصعب إنفاذ المياه التي تبلغ معدلات تسربه فيها ما بين (١-٤) سم/ الساعة، ومن خصائصها أنها تتحول إلى كتل صلبة مندمجة إذا جفت وتبسخت المياه منها، أما إذا تشبعت بالمياه فتغدو طينا لازبا، لذا تعتبر من أصعب التربة استخداما في الزراعة، والتربة الرملية التي تتميز بنسيج رملي ذي حبيبات خشنة وكبيرة، وهو أمر له مغزاه الكبير في طبيعة إنفاذها للمياه، حيث تبلغ سرعة التسرب (٣٤) سم/ الساعة (UNDP/ FAO, 1973, P. 8)، وخاصة إلى التربة السفلية حيث تعمل على إذابة الطبقات الجبسية والانهدرايت، فتتخلف إثر ذلك رواسب من الطين والغرين والرمل الناعم تغطي تربة الروضات.

(ب) عامل المناخ وخاصة عنصري الحرارة والمطر: Climate

وهو من العوامل النشطة، إذ تتأثر به التربة في قطر تأثرا مباشرا من بداية اشتقاقها من الصخور الأصلية Mother Rocks حتى آخر مراحل تكوينها، بل وفي





شكل رقم (٥-١) خريطة توزيع التربات القطرية (مأخوذة)

أثناء تطورها، حيث تعتري التربة القطرية تغيرات مستمرة ودائمة إثر عمليات دينامية سواء أكانت طبيعية (ميكانيكية) أم كيميائية أم بيولوجية.

فالإشعاع الشمسي والحرارة في قطر من العناصر المناخية المهمة التي تؤثر بل وتعمل على سرعة تكوين التربة، ونظرا لافتقار قطر إلى الغطاء النباتي، فإن سطحها الصخري بما فيه التربة يستقبل ما نسبته (٦٠٪) من كمية الإشعاع الشمسي خلال الفترة الممتدة من إبريل حتى سبتمبر، وهي نسبة كفيفة بتسخين التربة التي تتراوح درجة حرارتها السطحية ما بين (٢٤,٨-٣٢,٤) مئوية، في حين تبلغ حرارتها على عمق (٥٠) سم ما بين (٢٥-٣٣) مئوية، ويوضح هذا ارتباط درجة حرارة التربة بحالة الإشعاع الشمسي وخاصة أن السماء في قطر صافية معظم أيام السنة.

ويرتبط عامل الحرارة بكمية المياه التي تفقدها التربة عن طريق التبخر، إذ تبلغ في التربة المزروعة (١٤٠) مم/ اليوم، بينما تقل عن ذلك في حالة التربة الرملية العارية Wet Bare Soils حيث تصل إلى (١٣٦) مم/ اليوم، كما أن المدى الحراري الواضح بين حرارة الصيف والشتاء من جهة، وحرارة الليل والنهار من جهة أخرى، من العوامل التي تساهم في تكوين التربة، حيث تؤدي إلى تمدد Dilation الصخور وانكماشها، فتتسع على إثرها الفراغات البينية للصخر، ومع توالي هذه العملية تفتح المجال أمام عوامل النحت الأخرى على تفتيت الصخور، فالحرارة - والحالة هذه - تعتبر عاملا مساعدا لبقية العوامل في تهئية الظروف المناسبة لفعالها، وبهذا تتقشر سطوح الكتل الصخرية فيبدأ دور المياه الجارية والرياح في نقل مفستات التقشر وبداية مراحل تكوين التربة، وبالتالي تنكشف الطبقات التحتية لتبدأ عملية تقشر ثانية، وهي ظاهرة شائعة الانتشار في قطر.

ومياه الأمطار من العناصر المناخية الفاعلة، فهي التي تؤدي إلى تحليل الصخور الأصلية وتفتيتها عن طريق العمليات الكيميائية، وتنحصر في قدرة مياه الأمطار التي تحتوي على نسبة من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون، على إذابة مكونات الصخور عن طريق التفاعل الكيماوي، فتؤدي إلى تغير في خصائص التربة، كما أن المياه تذيب بعض المعادن وتحملها في أثناء تسربها إلى التربة التحتية Sub-Soil، وكثيرا ما تتراكم الأملاح وكربونات الكالسيوم على السطح وفي أسفل



الطبقة العليا من التربة، نتيجة نقلها بواسطة المياه التي نفذت خلال مسام التربة، إضافة إلى أن للمياه القدرة على استخلاص Eluviated بعض المفتتات الدقيقة عن طريق التحلل كيميائيا أو بالتصويل Leaching، وإما ميكانيكيا كمعادن عالقة Suspension وتحملها إلى طبقة التركيز السفلى Illuvial من قطاع التربة، وعليه فإن التربة السطحية تتكون نتيجة ذلك من حبيبات خشنة القوام، بينما توصف الطبقة السفلية بأنها طبقة صماء، ولا يعني هذا أن تنفرد مياه الأمطار كعامل وحيد في تكوين التربة؛ وذلك بسبب ندرتها وتذبذبها إن جادت من عام لآخر، لذا فإن أثر مياه الأمطار، يبقى مرتبطا ارتباطا وثيقا بفصليتها التي لا تتعدى خمسة أشهر.

(ج) العامل الطبوغرافي وعلاقته بالتصريف المائي: Topography

تبين من دراستنا لطبوغرافية قطر أن شبه الجزيرة عبارة عن هضبة جيرية غير مستوية السطح، تميزها أشكال وظاهرات جيومورفولوجية مختلفة، من بينها العديد من الأحواض المغلقة والمنخفضات التي تغطي أراضيها رواسب طميية وصلصالية ورملية، مثلما نشاهد مجموعة من الأكمام والروابي ذات السطوح المستوية والأحجام المتباينة، علاوة على الحافات الصخرية الصلبة والجدر القائمة التي أفرزتها عوامل التعرية والتعرية، وعلى الرغم من هذا التباين، فإن أقصى ارتفاع تصله بعض التلال المتناثرة والمنعزلة في القسم الجنوبي الغربي من قطر يبلغ (١٠٣)م، فقد قطعت أوصالها القلة من السيول المائية التي تتكون إثر كمية الأمطار المنهمرة على شكل رخات قوية وقصيرة، فعملت المسيل المؤقتة على نحت التلال الجيرية ولكن بدرجات محدودة؛ نظرا لتسرب معظم المياه إلى الباطن خلال الصخور التي تتميز بمسامية عالية، ومقدرة فائقة على إنفاذ المياه، وبمرور الزمن ساهمت الجداول والمسيل السطحية على جرف ونقل الكثير من المفتتات والرواسب وإلقائها في المنخفضات والأحواض المغلقة على هيئة تربات، أضحت فيما بعد من أهم المناطق الزراعية والإنتاجية في شبه جزيرة قطر.

(د) العامل البيولوجي: Biological Activity

وينعت بالنشاط البيولوجي، لديناميكيته وفاعليته، إذ يحتل الرتبة التي تلي عامل المناخ في تكوين التربة، ويتركز دوره في نشاط الكائنات العضوية من نبات

وحيوان ومقدرتها على تفتيت الصخور السطحية وإعدادها لفعل عوامل التشكيل الخارجية الأخرى، إذ تعمل النباتات ممثلة في جذورها الممتدة عموديا أو أفقيا داخل الطبقات الصخرية على تفكيكها وتفتيتها خاصة في اللين منها، وفي منطقة يغلب عليها الطابع الصحراوي الجاف كقطر، تتوغل جذور النباتات نحو الباطن بحثا عن الرطوبة، لدرجة أن ما يقدر بحوالي (٨٠٪) من النباتات في الصحاري الجافة يكمن تحت الأرض (Bradshaw et al., 1978, p. 260)، ليس هذا فحسب، بل تقوم النباتات بتزويد التربة بالمواد العضوية ذات الأثر الفعال في ببطء عمليات التعرية والجرف، وهذه المواد تتحلل في التربة مكونة مادة الدبال Humus التي تزيد من خصوبتها.

ومن واقع الحياة النباتية، فإن هذه الخصائص تفتقر إليها التربة القطرية، لأن قطر تتميز - كما أوضحنا سابقا - بمناخ مناخية تترك المنطقة فقيرة في نباتاتها الطبيعية، لذا تبدو الأرض عارية، ولا يظهر أثر لغطاء نباتي بالمعنى الحقيقي، وإذا كان ثمة نمو لأي نبات صحراوي، فإنه يتحقق في بعض المساحات التي تحظى بارتفاع مستوى الماء الباطني نتيجة تكوينها الحوضي، ويطلق عليها محليا «الروضات Rodhat»، ويعني ذلك أن تربة الروضات تنمو فيها بعض الأشجار والحشائش القصيرة، وهي على اختلاف أنواعها وأحجامها لها آثارها الميكانيكية والبيوكيماوية على التربة، إلا أن دورها محدود للغاية.

ورغم وجود القوارض وبعض الحيوانات البرية آكلة العشب، فإن دورها ينحصر فيما تقوم به من تهيئة حفر لها داخل الأرض، الأمر الذي يساعد على تفكك الصخور وتفتتها، ومن ثم إعدادها لفعل عوامل التعرية التي تقوم بجرفها أو نقلها إلى الأراضي الواطئة معلنة عن تكوين تربة قد تنمو فيها بعض الأعشاب والشجيرات الصحراوية الصغيرة.

(هـ) عامل الزمن: Time Former

ويمثل طول الفترة التي تعرضت لها المواد الصخرية الأصلية للعوامل البدولوجية حتى تم تشكيلها، إذ يعتبر من العوامل الرئيسية في تكوين التربة، وتحديد سمك آفاقها ودرجة نضوجها، (محمد صففي الدين أبو العز، ١٩٧٦، ص ١٣٣). فعامل



الزمن كما جاء في كتابات روبنسون (Robenson, 1978, p. 82) ضروري لتحقيق نوع من التوازن بين العوامل البدولوجية، سواء أكانت طبيعية أم كيماوية أم أحيائية Biotic، لكي يتم تكوين التربة.

فالتربة في قطر غير ناضجة Immature Soil، لعدم حدوث تغيرات كيماوية بدرجة كبيرة، كما أن الكثير من معادنها لم يتحلل أو يتغير بشكل يقربها أو حتى ينسبها للتربات الناضجة، بل هي في الحقيقة عبارة عن صخور مفتتة ومحتفظة بمكوناتها وخصائصها الأصلية نوعا ما، وترجمة ذلك يكمن في أن آفاق التربة Horizons غير تامة التكوين؛ لأن العمليات البدولوجية لم تعمل بعد المدة الزمنية الكافية، ويظهر ذلك من واقع دراستنا - على سبيل المثال - لسمك قطاعات التربة القطرية الذي يتراوح معدله بين (٣٠ و ١٥٠) سم لتربة الروضات، ولا يتعدى (٣٠) سم للتربة الصخرية، في حين يبلغ عمق قطاع التربة الرملية (-١٢٠) سم، يستثنى من ذلك قطاعات الكثبان الرملية التي تتراوح بين (٢ و ١٥) م (Madkour and Al-Shaikh, p. 11)، حيث يعكس هذا السمك حقائق تشير إلى أن التربات في قطر ما فتت في حالة صراع مع العوامل البدولوجية.

يتفاوت عامل الزمن في تكوينه للتربة من نوع إلى آخر تبعا لنوع الصخور، فالصخور القطرية بصفة عامة تختلف في درجة صلابتها من التكوينات الرملية الكوارتزيت شديدة الصلابة، إلى الرمال الكلسية الشاطئية سريعة التفتت، إلى صخور الحجر الطيني المتماسكة، والصخور الجيرية الدولومايتية التي تشكل الحافات الصخرية، فقد يتطلب تكوين التربة من الصخور الصلبة وقتا طويلا، في حين يتم تكوينها في زمن قصير إذا ما تشكلت الصخور من تكوينات لينية، تتفاعل بسرعة وتستجيب للعوامل البدولوجية كما هو الحال في النصف الشمالي من قطر.

٢- تصنيف التربة القطرية تبعا لعوامل تكوينها ومناطق توزيعها؛

تبين أن التربة في قطر ما تزال في مراحل تكوينها الأولى، بمعنى أنها تربات غير ناضجة؛ لأن العمليات الكيماوية التي تتعرض لها التربة غير متواصلة وضئيلة، لمحدودية الأمطار في أيام معدودات وقتلتها بصفة عامة، علاوة على ما نجده من علاقة وثيقة بين نوع التربة القطرية والصخور الأصلية، وهذا يؤكد على

أهمية دور العامل الجيولوجي في تقسيم التربة الذي يمكن الأخذ به في حالة التربة القطرية، مع عدم إغفال دور العوامل البدولوجية الأخرى، وفي مقدمتها الظروف المناخية (Donahue, 1958, P. 21-22) التي تعتبر العامل الفيصل في هذا المجال، كما أن القطاعات الرأسية للتربة لها خصائصها وميزاتها في التعرف على أنواع التربة القطرية، كل هذه العوامل خلقت وضعاً متشابكاً في عملية التصنيف الدقيق وحتى في دراسة جغرافية التربة القطرية، ورغم ذلك يمكننا تصنيف التربة في قطر إلى الأنواع الآتية (خريطة رقم ٥-١) حسب الجدول:

جدول رقم (٥-١)(**)

توزيع أنواع التربة وسمك قطاعاتها ومساحتها ونسبتها المئوية

نوع التربة	مناطق توزيعها	سمك القطاع/سم	المساحة/كم ^٢	%
تربة الروضات	المنخفضات	٣٠-١٥٠	٢٧٦	٢,٣٨
تربة السبخات	الأحواض المستنقعية	٣٠-١٥٠	٧٠١	٦,٠٤
التربة الصخرية	المجاورة للساحل	٣٠-١٠	١٠١٩٦	٨٧,٨٢
التربة الرملية	معظم سطح قطر	١٥٠	٣٦٢	٣,١٢
المناطق المزروعة	الجنوب الشرقي النصف الشمالي لقطر	-	٧٦(*)	٠,٦٤
مجموع مساحة التربة والمناطق المزروعة			١١٦١١	١٠٠

(**) المصدر. Modified From UNDP, FAO, 1973, Tech. Rep. No. 1, Table 1, p. 10.

(*) المصدر. المجموعة الإحصائية السنوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٢٢، ٢٢٣.

(أ) التربة الرملية الطينية: (تربة الروضات) Loamy Soil

وهي التي تغطي أرضية المنخفضات، بمساحة تمثل نسبتها (٢,٣٨%) من مساحة التربة، وتتكون من مواد دقيقة من الطمي الجيري المختلط بالصلصال والرمال أرسبتها فوق سرير المناطق الحوضية مجموعة الجداول والمسل المائية إثر عمليات النحت التي قامت بها للمناطق المحيطة، متضافرة مع فعل الرياح كعامل حت وإرساب، وترتكز هذه التربة فوق تكوينات من كتل الحجر الجيري أو فوق

طبقات منه، وتتميز قطاعاتها الرأسية بقلّة سمكها، إذ يبلغ عمق القطاع (١٥٠) سم، ويمكن أن نميز بين نوعين فرعيين من تربة الروضات:

١/١: يمثل النوع الأول غالبية مساحة تربة الروضات التي تقدر نسبتها بحوالي (٩٩,١٪) ويتميز بنسيج يغلب عليه رواسب طميية صلصالية غرينية (سلتية)، مع وجود بعض العروق الجيرية المنعزلة، ويبلغ سمك قطاعه الرأسي بين (٣٠ و ١٥٠) سم، ويتشعب في شمال قطر، ولا يتعدى توزيعه الأفقي طريق «الدوحة - أم باب»، ويتركز بصفة خاصة حول منطقة «أم المواقع» Umm El Mawaq، وهي تربة متوسطة القوام، ذات تصريف مائي جيد، لذا تعتبر من أجود أنواع التربات القطرية للزراعة.

٢/٢: أما النوع الثاني فيشكل (٣٩,٠٪) فقط من مساحة تربة الروضات، هذه التربة تتراكم فيها الرواسب الطميية الرملية أو الطميية الصلصالية في الطبقات العليا، وتكون حيث يقل المطر عنه في مناطق النوع الأول، وتتوزع بشكل واضح على جانبي طريق «الدوحة - أم باب»، وتمتد من أم الشبرم شرقا حتى أمهات العنز غربا Ummahat El Anz، كما تلاحظ متواجدة إلى الشمال من الكرعانة بين روضة الأرنب وطريق «الدوحة - أبو سمرة»، علاوة على المناطق المحصورة بين الكرعانة في الشمال الغربي والخرارة في الجنوب الشرقي، وأقصى امتداد لهذا النوع يصل إلى القصيرة، حيث يرى منتشرا في منطقة ترينا، ولهذا التوزيع المكاني أثره على اختلاف خصائص النوعين، إذ يغلب على النوع الثاني قوام التربة الرملية التي تتميز بأنها أكثر قابلية لإنفاذ المياه من النوع الأول، ويعزى ذلك إلى كبر حجم ذراتها، علاوة على أن سمك قطاعها الرأسي الذي لا يزيد على (٣٥) سم تغطيه طبقة رملية جلبتها الرياح السائدة وأرسبتها في تلك المواقع بحيث يبلغ عمقها بين (١٠ و ١٥) سم، ولا شك إذن أن يكون النوع الثاني من تربة الروضات أقل ملاءمة للإنتاج الزراعي من قرينه الأول.

(ب) التربة الطميية اللومية: (تربة السبخات) Loamy Silty Soil

وأهم ما يميز هذه التربات أنها تفتقر إلى المواد العضوية Organic، وتتراكم فوق سطحها طبقة رقيقة من الأملاح نتيجة تبخر المياه (Jewitt, 1966, p. 153)،

يمكن أن نطلق عليها تعبير «تربات ملحية البنية Halomorphic Soils» ويتباين قوام تربة السبخات ما بين الطمي الصلصالي الجيري ذي الحبيبات الدقيقة والطيني الرملي الخشن، كما تحتوي هذه التربات على بقايا أصداف Shells وقواقع Snails، وتنقسم إلى نوعين تبلغ نسبة مساحتهما (٤, ٠٦٪).

ب/١: فالنوع الأول ذو نسيج طمي صلصالي جيرى، يختلط برواسب جبسية، توجد متراكمة كطبقة رقيقة فوق سطح التربة، فضلا عن أن التربة التحتية تتكون من صلصال رمادي اللون، نتيجة انعدام نشاط عوامل التعرية الهوائية التي حددت من فاعليتها مستويات المياه الباطنية القريبة من السطح، ويبلغ سمك قطاعها ما بين (٣٠ و ١٥٠) سم، ويلاحظ أن هذا النوع يغطي منطقتين: تقع المنطقة الأولى على الساحل الشمالي الشرقي بالقرب من الخور، وتمتد بين الذخيرة وسمسمه، يفصلها عن الساحل شريط يشكل النوع الثاني من تربة السبخات، بينما توجد المنطقة الثانية على الساحل الغربي، وتتركز في دوحة فيشاخ وبيير الحصين، ويمتد جزء منها إلى الشرق من رعين البحث، وهذا النوع من تربة السبخات لا يقتصر على المنطقتين السابقتين، بل يتضح أنه ينتشر في أقصى شمال غرب البلاد، وذلك في مناطق الجفارة والجميل والثغب والعريش وإلى الشمال من أم الماء وخاصة في منطقة الجغبى Al Jaghbi، ويغطي رقعة تبلغ نسبتها (٥٦, ٠٪).

ب/٢: أما النوع الثاني فيعكس أثر بعض خصائص البيئة المحلية كالسطح ونوع الصخور والظروف المناخية، ويتمثل ضمن تكوينات الزمن الرابع الجيولوجي، وتبلغ نسبة مساحته (٤٨, ٥٪)، وهو ذو نسيج طمي رملي جيرى أو رملي طمي أو رملي، يتراوح عمق قطاعه ما بين (٤٥ و ١٠٠) سم، وكثيرا ما تتراكم الأملاح فوق سطح التربة، وتشاهد مثل هذه التربات على طول السواحل القطرية، إلا أنها تتركز بصفة خاصة في سبخة دخان، وتوجد متناثرة في شبه جزيرة أبروق، وإلى الجنوب من قرن أبو وائل، وسبخة سودانيل في جنوب قطر.

وعلى طول الساحل الشرقي، يمكن تتبع تربة هذا النوع من أقصى الشمال، حيث تغطي بقعا متناثرة تحيط بمدينة الشمال وموقع الرويس، وتمتد شرقا حتى بلدة

المفجر ومنطقة الغارية، ومن الجساسة حتى الذخيرة تفصلها أحيانا تكوينات رملية كلسية عن خط الساحل، وإلى الجنوب من سمسة تمثل شريطا ضيقا يمتد على طول الساحل حتى مدينة الدوحة، ثم تختفي لتظهر ثانية إلى الجنوب من «أم الحول»، ثم يتسع انتشار هذا النوع في منطقتين: الأولى: إلى الجنوب من مسعيد ليشمل منطقة الشقراء، والثانية: في منطقة النقيان.

(ج) التربة الصخرية: Lithosol Soil

وهي من التربات الهيكلية Skeletal Soils اللاتبقية Azonal التي لم يكتمل تطورها بعد، كما تستقر إلى مقطع كامل النمو، ويرجع ذلك إما لحدائتها أو لأن الصخور الأصلية وانحدار السطح كانا من العوامل التي حالت دون إتمام مراحل تكوينها، وعلى العموم يشمل هذا النوع مجموعتين ثانويتين هما:

ج/ ١: تمثل المجموعة الأولى تربة حديثة نسيجا، وتتميز بقلّة سمكها، واقتصار قطاعها الرأسي على (٣٠) سم فقط من رواسب طميية رملية جيّرة تغطيها مفتتات صخرية لم تتعرض لعمليات التفكك، وترتكز فوق طبقة من الحطام الصخري Rock Debris، تليها إلى أسفل طبقة صخرية من الحجر الجيري الذي يشكل الصخور الأصلية، وتبلغ نسبة مساحتها (٨٢, ٤٠٪) من المساحة الكلية، لذا تغطي معظم مساحة شبه الجزيرة، وتنتشر بصفة خاصة فوق سطوح الهضاب Plateaus التي تشكل إحدى ظاهرات السطح في قطر.

ج/ ٢: أما المجموعة الثانية فتحل نسبة مساحية تقدر بحوالي (٥, ٤٢٪)، وتشغل المنحدرات التلالية، وتتكون من المفتتات الصخرية وركام السفوح بأحجامه المختلفة، ويمكن ملاحظة هذا النوع في وسط وجنوب شبه الجزيرة، ويتوزع على وجه الخصوص على طول الساحل الغربي من الفحيحيل شمالا حتى قلعة على بن سعيد جنوبا، ويضم مواقع أم باب وجليحة والخرايج والنخش، يخضع النمط التوريعي بعد النخش لاتجاه قبة دخان التي تنحرف نحو الجنوب الشرقي، ويوجد متناثرا فيما بين الحورية شمالا والمشاش جنوبا، تحده من الغرب تكوينات رملية تفصله عن وادي الذباب، فضلا عن ذلك فإنه يمتد إلى الجنوب من طريق «الدوحة - سلوى» فيما بين وادي جلال والعامرية بحيث تفصله عن منطقة الحرارة بعض تربات الروضات، وتكوينات النوع الأول من التربة الصخرية، كما يوجد في منطقة طوار الحريشي، وهذا النوع الذي يرتبط بمناطق قطر المرتفعة غير صالح للزراعة.

(د) التربة الرملية: Sandy Soil

وهي إما أن تكون تربات منقولة بواسطة الرياح، أو ترسبات بحرية شاطئية، كما أنها تربة لا طبقية حيث لا تتمثل بها جميع المستويات التي تتميز التربات النطاقية Zonal Soils (Bunting, 1967, p. 117)، ويبلغ سمك قطاعاتها الرأسية (١٥٠) سم، وتنتمي لها مجموعتان:

د/١: فالمجموعة الأولى يطلق عليها التربة الرملية الهوائية Aeolian Sandy Soil وتتكون من رمال خشنة مختلطة برواسب جيرية أو من رمال كبيرة الحبيبات تحتوي على نسبة من الطين، وترجع في أصولها إلى مصدر صحراوي أو بحري، وتتميز بخلوها من الأملاح، وأنها جيدة الصرف، يمكن لمياه الأمطار أن تتسرب خلالها بسرعة، وتمثلها بعض التجمعات الرملية التي تفرش السطوح الصخرية في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة قطر.

د/٢: أما المجموعة الثانية فتتمثل في التربة الرملية الأوليتية Oolitic Sandy Soil أي تربة الرمال البحرية Marine Sandy Soil، ويغلب عليها اللون الأبيض نتيجة اختلاطها برواسب كلسية بحرية، وكانت آخر الإرسابات التي تشكلت على إثرها سواحل قطر، لذا تتوزع على طول الساحل القطري ومجاورة له، وتتميز بقطاع رأسي عميق يزيد على (١٢٠) سم، ويتألف هذا القطاع من رمال كلسية بيضاء ذات ذرات خشنة Angular تحتوي على بعض بقايا القواقع والأصداف البحرية التي ترسبت في بحار ضحلة، ونظرا لامتدادها وانتشارها على طول الساحل فإنها تبدو سيئة الصرف لتشبعها بمياه المد العالي، وارتفاع مستوى الماء الباطني، لهذا كله فإنه من غير المحتمل أن تتحول إلى تربة صالحة للزراعة، ومن الجدير بالذكر فإن هذه المجموعة تتركز بشكل واضح في جنوب شرق قطر حيث النقيان.

٣- الخصائص الطبيعية والكيميائية لأنواع التربة في قطر:

The Physical and Chemical Properties of the Soil of Qatar

(أ) الخصائص الطبيعية (الفيزيائية):

لا يتوقف استخدام التربة الزراعية على خصائصها الكيميائية أو على عناصرها المخصبة فحسب، بل لابد من توافر مميزات طبيعية للتربة تتمثل في قوام التربة وبنيتها ولونها وسمك قطاعاتها، والجدول التالي يوضح ذلك:



جدول رقم (٥-٢)

الخصائص الطبيعية لأنواع التربة في قطر (*)

النوع	رقم القطاع	العمق / سم	صلصال / %	طمي / %	رمل / %	CaCO ₃	قوام التربة
١/أ	١٤	صفر-٣٠	٥٥	٣٥	١٠	٢٩	صلصالي
	١٨	صفر-٧٥	٣١	٣٠	٣٩	٣٢,٨	لومي صلصالي
	١٩	صفر-٥٠	٤٨	٤٢	١٠	٣٧,٥	صلصالي طميي
	٢١	صفر-٦٠	٤٢	٤٥	١٣	٣٣,٣	طميي صلصالي
	٢٣	صفر-٤٠	٤٥	٤٢	١٣	١٩,٧	صلصالي طميي
	٢٤	صفر-٥٠	٥٢	٣٦	١٢	١٨,٤	صلصالي
	٣١	صفر-٨٠	٢٤	٦٤	١٢	٣٦,٧	لومي طميي
	٤٢	صفر-٦٠	٣٦	٤٠	٢٤	٣٧,٣	لومي صلصالي
	٤٩	صفر-٥٠	٥٥	٣٣	١٢	٢٥,٧	صلصالي
	٥٠	صفر-٥٠	٢٤	٤٤	٣٢	٥٦	لوم (طميي رملي)
	٦٧	صفر-٤٠	٥٣	٣٩	٨	٣٦	صلصالي
	٦٩	صفر-٨٠	٤٨	٤٤	٨	٣٥,١	صلصالي طميي
	٧٤	صفر-٤٠	٣٥	٥٥	١٠	٣٥	لومي صلصالي طميي
	٩٧	صفر-٤٠	٢٨	٤٤	٢٨	٤٣	لومي صلصالي
	١٢٠	صفر-٣٥	٤٠	٤٤	١٦	٣٤	لومي صلصالي طميي
	١٣٨	صفر-٤٠	٢٢	٢٤	٥٤	٥١	رملي لومي صلصالي
	٢٢٦	صفر-٦٠	٣٦	٢٦	٣٨	٣٧,٢	لومي صلصالي
	٢٣٦	صفر-٤٠	١٣	٢٣	٦٤	٢٦,١	رملي لومي
	٢٤١	صفر-٤٠	١٩	٢٦	٥٥	٣٧	رملي لومي
	٢٥١	صفر-٤٠	٨	٤	٨٨	٢٤,٩	رملي لومي
٢/أ	٢٧٢	صفر-٧٠	٩	٨	٨٣	٢٣,٩	رملي لومي
	٢٧٥	صفر-٣٠	١٧	٣٥	٤٨	٣٠,١	لومي
	٤٥٩	صفر-٢٠	٩	٨	٨٣	٢١	رملي لومي
	٤	صفر-٢٠	٢٧	٢٤	٤٩	٢٥	رملي صلصالي لومي
	٥	صفر-٤٠	٥٤	٢٥	٢١	-	صلصالي
	١٢١	صفر-٥٠	٤٠	٥٠	١٠	٦٩	طميي صلصالي
	١٦٧	صفر-٣٠	٤	٥٠	٤٦	٢٥,٥	طميي لومي
	٢١٨	صفر-١٢٠	٧	١	٩٢	٢٥,٤	رملي
	٣٣٩	صفر-٢٥	٦	٦٢	٣٢	١٨,٦	طميي لومي
	٣٤٠	صفر-٩٠	١	٢	٩٧	١٦,٥	رملي
١/ج	٣٢١	صفر-١٥٠	٦	٤	٩٠	١٢,١	رملي
	٣٢٢	صفر-١٥٠	٣	٤	٩٣	٢٣,٧	رملي
	٤٠٥	صفر-٥٠	١	٤	٩٥	٢١,٤	رملي
	٤٥٥	صفر-٣٠	٣	٤	٩٣	١٤,٢	رملي
	٤٦٢	صفر-٧٥	٤	٥	٩١	١٥	رملي

(*) المصدر : UNDP, FAO, 1973, Tech. Rep. 1, Tabl 6, PP. 48-50



١- قوام التربة: Soil Texture

يختلف حجم الحبيبات التي تتكون منها التربة القطرية من نوع إلى آخر، فالتربة الصخرية يتوقع أن تتكون من بقايا حجرية ذات أحجام كبيرة، كالحصى والحصاء وفي أحيان أخرى من بعض المفتتات التي تميزها زوايا حادة، ولذا تتصف بنفاذية عالية، مما يجعل من غير الممكن استخدامها في الزراعة، أما التربة الرملية الطينية (تربة الروضات) فهي ذات قوام متوسط، تتكون من ذرات ناعمة من الطين (صلصال) والغرين والرمل، بنسب تتراوح ما بين (٢٢-٥٥٪) للصلصال و(٢٤-٥٥٪) للطمي و(٨-٥٤) للرمل.

ويبدو أن هذا التباين سواء كان بالزيادة أو النقصان يرتبط بموقع القطاع (العينة)، فإذا ما كان القطاع قريبا أو ممثلا لمنطقة حوضية تحيطها تلال مرتفعة تنحدر منها تفيض بالماء مائية وقت سقوط الأمطار، فإن قوام التربة تغلب عليه الرواسب النهرية (إذ جاز لنا التعبير)، ناعمة وخشنة، أما إذا كانت في موقع نادر الأمطار، عديم السيول، مجاور لمصدر رملي، فإن السيطرة تكون للرياح التي تسفي الرمال والمفتتات الدقيقة إليها، فتزيد من نسبة الرمال التي تغطي على قوام التربة، ومهما يكن فإنها تعتبر بحق أفضل أنواع التربات في قطر صلاحية للزراعة، وتشبه التربة الصفراء في مصر.

أما التربة الطميية (الغرينية) الصلصالية (تربة السبخات)، فهي دقيقة القوام؛ لأنها تتكون من نوعين إرسايين يتميزان بشدة تماسكهما، وقلة مساميتهما، وبالتالي عدم نفاذيتهما للمياه، أضف إلى ذلك احتواء التربة على مواد كلسية بحكم مجاورتها للبحر مما يُحمّلها عبئا آخر يتمثل في الأملاح التي ترصع في كثير من الأحيان سطح التربة، ويبدو أن مكوناتها تتفاوت ما بين (١-٥٤٪) للصلصال و(١-٥٠٪) للطمي و(١٠-٩٧٪) للرمل، ولعل الحدود العليا للنسب تخضع كما أشرنا لموقع العينة من مصدر الراسب، فزيادة نسبة الرمال توحى بموقعها المتاخم للساحل أو محاذية له، في حين أن مكونات التربة في سبخة دخان تزداد فيها نسبة الصلصال على حساب نسبة الرمال، يختلف الوضع بالنسبة للتربة الرملية النقية نوعا ما، إذ تتألف من رمال حبيباتها خشنة، تسمح بتسرب المياه خلالها، لذا لاتصلح للعمليات الزراعية إلا إذا عولجت بتكوينات صلصالية وطينية.



٢- بنية التربة: Soil Structure

تعتمد هذه الخاصية على الدرجة التي يتم فيها ترتيب حبيبات التربة، فيقلل من حدة تماسكها وثقلها ويجعلها في وضع جيد لإنفاذ المياه الذي يبلغ معدلها (٣٤) سم/الساعة، ونسبة رطوبتها تتراوح ما بين (١,٥٧ و ٢,٦٢٪) (Babikir, A., 1985, Table 2)، إذ نلاحظ أن تجمع حبيبات الرمل في التربة الرملية التي تنتشر قريبة من السواحل القطرية ليس له نظام أو ترتيب معين، يختلف الحال في التربة الطينية، إذ تتميزها بنية شبه زاوية Subangular في الآفاق العلوية، وكتلية Massive متماسكة في الآفاق التحتية، ولما كانت مكونات هذه التربة دقيقة، فلا غرابة إذن أن تحد من تسرب المياه ل تماسكها الشديد، حيث تبلغ معدلات التسرب بين (١ و ٤) سم/الساعة، ونسبة الرطوبة بين (٩,٢١ و ٢٥,١٠٪) كما ذكر بابتكر، هذه الخصائص تنعكس آثارها على الشكل العام لبنية التربة، ومدى ملائمتها للعمليات الزراعية، ومقدرتها الإنتاجية، فيصبح من السهل التعامل معها ومعالجتها.

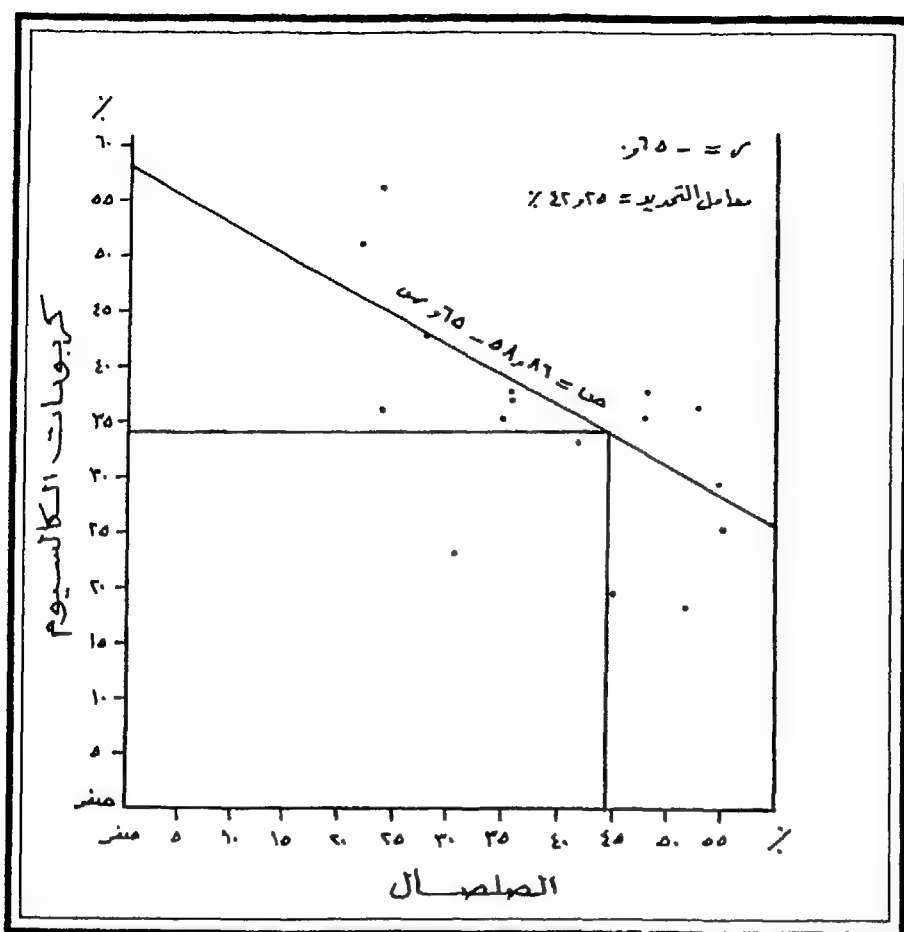
٣- لون التربة: Soil Colour

يتفاوت لون التربة القطرية تبعاً لما يدخل في تركيبها من مواد عضوية ومعدنية متباينة، فمنها ما يتميز باللون البني أو الأحمر، وهي مؤشرات لما تحتويه التربة من أكاسيد حديدية ونحاسية، فإذا انخفضت أو تناقصت نسب الحديد غدت التربة بلون رمادي، أما المواد العضوية والنيتروجين فيكسب التربة اللونين البني والأسود (Cox, et al., 1977, p. 50)، ومنها ما يشتمل على نسب قليلة من رواسب كربونية تبدو على هيئة مواد عضوية متحللة، تضيف عليها اللون القاتم.

وعلى العموم، فإن التربات في قطر تتأرجح بين البني الفاتح، والبني الأصفر، والرمادي، ولهذه الخصائص علاقة بمراحل تطور التربة ونضوجها ومدى تحولها، إضافة إلى اللون الأبيض الذي يدل على وجود مواد كلسية أو جيرية غنية بالأملاح، ومهما يكن فإن لون التربة ليس دليلاً - في حد ذاته - على خصوبتها.

ومن خلال دراسة (شكل رقم ٥-٢) الذي يوضح العلاقة الدالية بين عناصر الخصائص الطبيعية يتبين التالي:





شكل رقم (٥-٢) شكل العلاقة بين نسبة الصلصال وكربونات الكالسيوم

١- يبدو واضحاً أن العلاقة الارتباطية بين نسبة الصلصال ومحتوى التربة من كربونات الكالسيوم علاقة سالبة، ويبلغ معامل الارتباط (-٠.٦٥)، بمعنى أن أية زيادة في نسبة الصلصال تؤدي إلى تناقص المحتوى من كربونات الكالسيوم، ورغم أن العلاقة العكسية بينهما تبدو قوية، إلا أنها تتأثر بسلوك عوامل عديدة دليلها تبعثر النقاط وبعدها الراسي عن خط الانحدار، ولعل العامل الرئيس يتمثل في المياه التي تذيب ما تحتويه تربة الروضات من بيكربونات الكالسيوم الناتجة من تفاعل كربونات الكالسيوم مع الأكسجين، تماثلها في ذلك العلاقة السالبة بين نسبة الرمل والمحتوى من كربونات

الكالسيوم، إلا أنها علاقة ضعيفة جدا، وينطبق ذلك على العلاقة بين نسبة الطمي والمحتوى من كربونات الكالسيوم، مع الاختلاف المتمثل في أن العلاقة الأخيرة طردية (موجبة).

٢- أما العلاقة بين عمق قطاع التربة وقوامها ممثلا في الصلصال والطيني والرمل فيوضحه الجدول التالي:

جدول رقم (٥-٣)

العلاقة بين عمق القطاع وقوام التربة

رقم العينة	الموقع	المتغير (س)	المتغير (ص)	معامل الارتباط	معادلة خط الانحدار
٢٣	النعمان	العمق	الصلصال	- ٠,٦٨	ص = ٦٣,٢٩٧ - ٠,٢٥٨ س
		العمق	الطيني	- ٠,٩٢	ص = ٥٧,٨٧٩ - ٠,٣٠٢ س
		العمق	الرمل	+ ٠,٨١	ص = ٠,٥٦٠ س + ٢١,١٧٦
٤	الثغب	العمق	الصلصال	+ ٠,٧٧	ص = ٠,٢٦٣ س + ١٤,٤٢٤
		العمق	الطيني	+ ٠,٦٤	ص = ٠,١٠٢ س + ١٧,٣٩٠
		العمق	الرمل	- ٠,٧٣	ص = ٦٨,١٨٦ - ٠,٣٦٤ س

ومن الجدير بالملاحظة أن العينة رقم (٢٣) تمثل التربة الرملية الطينية (تربة الروضات)، بينما تدرج العينة رقم (٤) تحت التربة الطينية اللومية (تربة السبخات)، حيث يتبين أن إشارة العلاقة بين العمق وكل من المتغيرات الثلاثة في العينتين (حسب النوع المائل) مختلفة، ففي العينة (٢٣) عكسية في الصلصال والطيني، طردية في الرمل، يحدث النقيض في العينة (٤)، إذ تبدو طردية في الصلصال والطيني، عكسية في الرمل، وربما يعزى ذلك إلى أن عملية ترتيب الأنواع في تربة الروضات تتأثر بعمليات العزق والحرث، وحرص القائمين على الزراعة بأن تكون كمية الرمال التي تتم إضافتها لتعديل قوام التربة في الطبقات الدنيا، لتتمكن جذور المزروعات بأنواعها المختلفة من التوغل بسهولة رأسيا داخل التربة، كي تثبت وتقاوم ومن ثم تصل إلى مواطن الرطوبة، وهي في تربة السبخات تتأثر بكميات الرمال التي تسفيها الرياح

وتلقي بها على السطح بشكل ربما يكون أكثر انتظاما في التوزيع من المناطق المزروعة، لكون الأخيرة يحميها سياج من الأشجار تتجمع الرمال حولها على شكل نبكات Sand Shadows .

٣- تتمثل أقوى العلاقات الدالية في التربة الرملية الطينية (تربة الروضات)، إذ تبلغ بين العمق والطمي (-٩٢, ٠)، وبين العمق والرمل (+٨١, ٠)، ويعني في الحالة الأولى تناقص نسبة الطمي مع تزايد العمق، ووقوع الكثير من القيم على خط الانحدار أو اقترابها منه، بعكس الحالة الثانية التي - إضافة إلى تأثيرها بعوامل أوضح، وتبعثر عدد أكبر من القيم وعدم ملازمتها خط الانحدار - تتزايد مع تزايد العمق للأسباب الاحتمالية التي أوردناها في البند السابق.

٤- تنحصر أدنى العلاقات الدالية في التربة الطميية اللومية (تربة السبخات) بين العمق والطمي (+٦٤, ٠)، وفي التربة الرملية الطينية (تربة الروضات) بين العمق والصلصال (-٦٨, ٠)، وتؤكد هذه القيم على أنها أكثر تبعثرا وشذوذا عن خط الانحدار، والتي تعكس مدى التأثير بالعديد من العوامل مما أدى إلى ضعف العلاقة، هذه العوامل ربما يمثلها العامل الجيولوجي (عملية الترسيب والتطور)، والعامل المناخي (الرياح) والعامل البشري خاصة في الثانية.

(ب) الخصائص الكيميائية: Chemical Properties

لعل التباين في الخصائص الكيميائية للتربة القطرية لا يظهر بنظرة عامة، وإنما ينكشف من واقع استعراضنا للجدول التالي:



جدول رقم (٥-٤) (*)

الخصائص الكيميائية لأنواع التربة في قطر

نوع التربة	رقم العينة	عمق القطاع سم	نسبة التشبع	PH	ملوحة التربة ميكروموز/سم	الأملاح الملائمة/ ملليجرام/ لتر HCO_3 (بيكربونات)
الرمالية الطينية	١٨	صفر-٧٥	٣١	٨	١,٣	١,٧
	٢١	صفر-٦٠	٥٢	٨	٠,٤	١,٠
	٢٣	صفر-٤٠	٤٢	٨,١	٠,٥	١,٦
	٢٤	صفر-٥٠	٤٢	٨,٣	٢,٠	١,٦
	٤٢	صفر-٦٠	٤٤	٨,٣	٣,٠	١,٤
	٤٩	صفر-٥٠	٣٧	٨,٤	٠,٤	١,١
	٥٠	صفر-٥٠	٤٣	٨,١	٠,٤	٠,٩
	٦٩	صفر-٨٠	٤٥	٨,٤	٠,٧	١,٨
	٧٤	صفر-٤٠	٤٤	٨,٣	٠,٩	٢,٠
	١٢٠	صفر-٣٥	٥٢	٨,١	٠,٨	١,٢
	١٢٨	صفر-٤٠	٣٤	٨,٢	٢,٣	١,٢
	٢٢٦	صفر-٦٠	٣٨	٨,٠	٠,٧	١,٠
	٤٢١	صفر-٣٥	٢٣	٨,٣	٠,٨	١,٧
	٤٣٥	صفر-١٠٠	٤٦	٨,٠	٠,٧	١,٨
	٤٤٥	صفر-٥٠	٣٥	٨,١	٠,٤	١,٤
١/	٢٣١	صفر-١٠٠	٣٨	٧,٨	٢,٥	١,١
	٢٣٦	صفر-٤٠	٢٥	٨,٠	١,٠	٠,٩
	٢٤١	صفر-٤٠	٢٥	٨,٠	٠,٦	١,٤
	٢٥١	صفر-٤٠	٢٤	٨,١	٠,٩	٠,٦
	٢٦٦	صفر-٦٠	٢١	٨,١	٠,٥	١,٢
	٢٦٨	صفر-١١٠	٢١	٨,١	٠,٥	١,٢
	٢٧٢	صفر-٧٠	٢١	٨,١	٠,٧	١,٦
	٢٧٥	صفر-٣٠	٣٥	٨,٠	٠,٩	٢,١
	٤٢٨	صفر-٦٠	٣٦	٨,١	٠,٥	١,٨
	٤٥٩	صفر-٢٠	٢٨	٨,١	٠,٦	١,٤
٢/	٤٩٤	٢٠-١٤٠	٤٢	٨,٣	٠,٦	٠,٧
	٤	صفر-٢٠	٣٤	٧,٧	٥٦,٠	١,٠
	٥	صفر-٤٠	٤٠	٧,٨	٣٥,٠	٠,٦
	١٢١	صفر-٥٠	٦٠	٨,٠	١٢١,٠	١,٦
١/ب	١٦٧	صفر-٣٠	٥٢	٧,٣	٦٥,٠	١,٤
	٢١٨	صفر-١٠٠	٢٢	٧,٩	١٠,٨	١,٢
	٣٣٩	صفر-٢٥	٣٢	٨,٣	٢١,٤	٦,٤
	٣٤٠	صفر-٩٠	٣٩	٨,٤	١٣,٥	٤,٤
٢/ب	٣٤٥	٥-٧٥	٣٢	٧,٩	١٢١,٠	٠,٨
	٤٦٥	صفر-١١٠	٢١	٨,٠	٢١٧,٠	٠,٦
	٣٢١	صفر-١٥٠	٢٨	٨,٠	٩,٧	٠,٨
التربة الرملية	٣٢٢	صفر-١٥٠	٢٣	٨,٥	١,٥	٠,٢
	٤٠٥	صفر-٥٠	٢١	٨,١	١١,٢	١,٥
	٤٥٥	صفر-٣٠	٣١	٨,٠	٠,٩	١,٧
	٤٦٢	صفر-٧٥	١٨	٨,٣	٠,٨	١,٤
	٤٧٤	صفر-٧٠	٢٥	٨,١	٢,٠	٠,٨
	١/د					

(*) المصدر: UNDP, FAO, 1973, Table 4, PP. 43-46

من (الجدول السابق رقم ٥-٤) تتضح لنا الخصائص الكيميائية التالية:

١- لا تبدو الاختلافات في الخصائص الكيميائية بين أنواع التربات أو حتى ضمن النوع الواحد لأول وهلة ذات علامات مميزة، ولكن الدراسة المقارنة التفصيلية للخصائص الكيميائية حسب أنواع التربات تكشف مدى التفاوت بينها مادامت الأعماق متفاوتة، والأنواع متباينة، فالأعماق تتراوح ما بين (صفر - ١٢٠) سم في التربة الرملية الطينية، وبين (صفر - ١١٠) سم في التربة الطمية اللومية، بينما يصل في التربة الرملية إلى (١٥٠) سم.

٢- فنسبة التشبع Saturation Percentage في التربة الرملية الطينية تتفاوت ما بين (٢٣-٥٢٪) في النوع الثانوي الأول (A1 ١/1) و (٢١-٤٢٪) في النوع الثانوي الثاني (A2 ٢/1)، ويلاحظ أن القيمة الدنيا في الأولى يمثلها القطاع رقم ٤٢١ الذي يقع في منتصف المسافة بين معسكر الدحيل في الجنوب والخيصة في الشمال وبعمق (٣٥) سم، والقيمة الدنيا في الثانية يمثلها القطاعان ٢٦٦، ٢٧٢، ويقعان في منطقتي النهدين ومكينس وبعمق (٦٠، ٧٠) سم على التوالي، ولهذه المواقع آثارها على نسب التشبع المتدنية لكون الأولى تتميزها بنية ذات شقوق ومفاصل، والثانية تتميزها سيادة الكثبان الرملية وعملية الإذابة لبعض أنواع الصخور الجيرية كالجبس والانهيدرأيت.

أما القيمة (٥٢٪) فيمثلها القطاعان ٢١، ١٢٠ اللذان يقعان في حوض النعمان ومنطقة العقدة، وعلى عمق (٦٠، ٣٥) سم على التوالي، والقيمة (٤٢٪) تتفق والقطاع رقم ٤٩٤ الواقع إلى غرب غرب الجنوب من العشرة وإلى الشمال من أم الغربان، وعلى عمق (١٢٠) سم، ولعل سبب ارتفاع نسبة التشبع في الأولى يرجع إلى وقوع القطاعين في مجال وادي النعمان والعقدة، الأمر الذي أدى إلى زيادة في نسب المواد ذات الحبيبات الدقيقة، فأحالتها إلى قوام متماسك يصعب معه نفاذ المياه أو تسربها، مما نتج عنه ارتفاع درجة احتفاظها بها وبالتالي تميزت التربة بنسبة تشبع عالية، بينما ساهمت خصائص التكوينات الصخرية في ارتفاع قيمة النسبة في الثانية.



٣- يظهر (الجدول رقم ٥-٤) أن التربة الطميية اللومية المصنفة تحت اسم المجموعة (ب/١ B1) أكثر حظا في نسبة التشبع من الأخريات، إذ تتراوح هذه النسبة ما بين (٣٤ و ٦٠٪)، ويرجع ذلك إلى قوام التربة الغريني المتميز بشدة تماسكه ومقدرته على الاحتفاظ بالمياه، بينما تمثل المجموعة (ب/٢ B2)، والمجموعة (د/١ D1) أقل التربات احتفاظا بالمياه وبالتالي أقلها تشبعا لقوامها الخشن، وتفككها، وذلك لسيادة الرواسب الرملية، وتتراوح نسب التشبع فيهما ما بين (٣٩-٢١٪) للأولى و (٣١-٢١٪) للثانية.

٤- يبدو أن مدرج الأس الهيدروجيني (pH) - [مدرج عددي من صفر - ١٤، يعبر عن الحموضة والقلوية النسبية للمحاليل، وتُعين قيمته بتقدير تركيز أيونات الهيدروجين (الهيدرونيوم) في محلول يكون المذيب فيه هو الماء، والعدد ٧ يدل على التعادل، فإذا زادت عن العدد ٧ تميزت بالقلوية، وإذا نقصت عن العدد ٧ اتصفت بالحموضة] - يتفاوت من تربة إلى أخرى ومن مجموعة ثانوية داخل النوع الواحد، فاعتمادا على التعريف السابق تتميز جميع التربات القطرية بقلوبتها رغم التفاوت في قيم الأس الهيدروجيني التي توحى بتفاوت تركيز أيونات الهيدروجين في التربة القطرية، ويلاحظ أن أكثر التربات قلوية المجموعة (د/١ D1) وتقع قيمها بين (٨ و ٨,٥)، والمجموعة (أ/١ A1) وقيم الأس تبلغ بين (٨ و ٨,٤)، أما المجموعات الثانوية الأخرى فتتراوح قيمها بين (٨,٣-٧,٨) و (٨-٧,٣) و (٩-٧,٨) لكل من (أ/٢ A2)، (ب/١ B1)، (ب/٢ B2) على التوالي، وربما يعزى هذا التفاوت إلى أن التربات التي تتناقص فيها نسبة الرمال تتزايد قيمة (pH) فتصبح أكثر قلوية، والعكس صحيح، حيث تبين أن العلاقة بين المحتوى الرملي في تربة الروضات والأس الهيدروجيني علاقة سالبة رغم أنها لم تزد على (-٤٤,٠)، وهذا يعني أن هناك عوامل أخرى قد تزيد من قلوية التربة وتمثل في الصخور الأصلية، وفي أن عمليات الصرف قد لا تكون بالقدر الكافي الذي يغسل التربة، كما يلاحظ أن العلاقة بين الصلصال والأس الهيدروجيني في تربة الروضات أيضا علاقة موجبة، تبلغ حوالي (+٤٦,٠).

٥- يمكن التعبير عن ملوحة التربة Soil Salinity من خلال التوصيل الكهربائي Electrical Conduction (EC) بالميكروموز/ سم عند (٢٥) مئوية، ويلاحظ من (الجدول رقم ٥-٤) أن الملوحة في تربة الروضات بنوعيتها لا تقل عن (٠,٤) في حدها الأدنى، ولا تزيد على (٣) في حدها الأعلى، بينما تبلغ في التربة الطميية اللومية وخاصة المجموعة (ب/ ١ B1) ما بين (٨,١-٢١٧) ميكروموز/ سم، وفي التربة الرملية بين (٨,٧-٩) ميكروموز/ سم، ويعني هذا أن التفاوت في الملوحة لا يقتصر على نوع التربة وعمق قطاعاتها، وإنما يرتبط كذلك بموقع هذا النوع، وتفسير ذلك يكمن في أن الملوحة في تربة الروضات رغم انخفاضها تتباين مكانيا بقدر ما تتباين رأسيا، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٥)*

خصائص تربات المنخفضات (العمق صفر - ٣٠، ٣٠ - ٦٠) سم

تربة الجنوب		تربة الوسط		تربة الشمال		الخصائص العمق/ سم
٦٠-٣٠	٣٠-٠	٦٠-٣٠	٣٠-٠	٦٠-٣٠	٣٠-٠	
٢,٢٦	١,٥٧	٦,٤	٥,٦	١٠,٢٥	٩,٢١	نسبة الرطوبة
٠,٢٥	٠,٦٩	٠,٢٧	٠,٦٩	٠,٤٩	٠,٧٢	المواد العضوية %
٠,٩١	١,٩٠	٠,٣٣	٠,٣٨	٠,٩٧	٠,٤٦	ملوحة التربة مك/ سم
-	١,٩٢	-	١,٥٣	-	١,٤٢	الأملاح الذائبة HCO_3

(*) المصدر: Babikir, A., 1985, Table 2

(**) مك: تعني ميكروموز/ سم.

فملوحة تربة المنخفضات (الروضات) في قطر تتزايد من الوسط بنسب ضئيلة باتجاه الشمال، وبنسب واضحة باتجاه الجنوب، كما أنها تتركز (الشمال) في الآفاق التحتية، وتفسير ذلك يكمن أولاً: في قلة الأمطار كلما اتجهنا نحو الجنوب. وثانياً: في أن عدسات المياه الجوفية ذات الأملاح القليلة تتركز في الوسط، فيما تتزايد الأملاح باتجاه الشمال نتيجة الاستخدام المتزايد في الزراعة، وربما لتسرب قدر من مياه البحر أفقياً عبر الطبقات التحتية صوب

اليابسة، وباتجاه الجنوب لقلة الأمطار وخصائص التكوينات الخازنة للمياه، وثالثاً: في أن مياه الري تغسل التربة الزراعية (خاصة في الشمال) السطحية بإذابة بعض أملاحها، وحملها من ثم إلى الآفاق التحتية للتربة أثناء تسربها رأسياً نحو الأسفل فتزداد تبعاً لذلك ملوحة الطبقات الدنيا من التربة على حساب عمليات التصويل Leaching التي تمت للطبقات العليا منها.

٦- لا يقتصر هذا التباين على ما أوردناه من بعض الخصائص الكيميائية، وإنما يتسع مجال التباين إذا وضعنا في الاعتبار نسب المواد العضوية Organic Matters، والأملاح الذائبة Water-Soluble Salts، ورطوبة التربة Soil Moisture، فنسب المواد العضوية تتفاوت بين (١٦، ٠-٢١، ١٪) للمجموعة (A11/1) وبين (٢٢، ٠-٧٦، ٠٪) للمجموعة (A22/1)، تماثلهما تقريباً المجموعة (B11/ب) بنسب تتراوح بين (٦٢، ٠ و ٩٢، ٠٪)، فيما تتفق كل من المجموعتين (B22/ب)، (D11/د) في نسبهما اللاتية تتراوح بين (٠، ٠٣ و ١٨، ٠٪)، وهذا يؤكد على ما للغطاء النباتي من دور في تزويد التربة بالمواد العضوية ويتمثل في شمال قطر، بينما كان لغيابه في الجنوب أثر على افتقار التربة للمواد العضوية.

أما نسب الأملاح الذائبة فنرى أن تربة الروضات بمجموعتيها تتفق في الحد الأعلى لهذه النسبة التي تبلغ ما بين (٢-١، ٢) ملجم/لتر، في حين تبلغ في المجموعة الأولى (٩، ٠) ملجم/لتر، وفي المجموعة الثانية حوالي (٦، ٠) ملجم/لتر كحد أدنى، وهي نسب لا تبدي فروقات صارخة، وإنما تعكس خصائص التوزيع الأفقي والرأسي لأنواع الصخور التي يبدو أنها متماثلة ومتشابهة إلى حد كبير، يحدث العكس في التربة الطميية اللومية، إذ تتساوى نسب الحد الأدنى للأملاح الذائبة في كلتا المجموعتين (B1 ١/ب)، (B2 ٢/ب) فتبلغ (٦، ٠) ملجم/لتر، بينما تتسع الشقة في نسب الحد الأعلى، فتبلغ في الأولى (٦، ١) ملجم/لتر، تزايد في الثانية إلى حوالي (٤) أضعاف تماماً.

ويعني هذا أن العينة المثلثة للمجموعة الثانية وتحمل رقم (٣٣٩) تقع في منطقة الشقراء جنوب قطر ضمن سبخة داخلية قوامها طمي لومي، ويبدو أن



نسب الأملاح المذابة في النوع الثالث (د/ ١ D1) لا ترقى إلى نسب النوع الثاني، ولكنها تقترب في حدها الأعلى من نسب النوع الأول تقريبا، حيث تتراوح ما بين (٠,٩-١,٢) ملجم/ لتر، وعموما فهناك تدرج صاعد لنسب الأملاح المذابة في التربة باتجاهها من الشمال صوب الجنوب مروراً بالوسط، حيث تبلغ (١,٤٢)، (١,٥٣، ١,٩٢) ملجم/ لتر (Babikir, 1985, Table 2)، وتنطبق هذه الخصائص على تربة المنخفضات (الروضات)، أما التربة الطميية اللومية فمعدل نسبها يحوم حول (٠,٨، ١,٥، ٤) ملجم/ لتر، والتربة الرملية تمثلها قيمتا الوسط بنسبة (١,٥٣) ملجم/ لتر، والجنوب بنسبة (٠,٥) ملجم/ لتر.

من الملاحظ أن نسبة رطوبة التربة لا تتفق والتدرج الصاعد لنسبة الأملاح المذابة باتجاه الجنوب، بل تبدو العلاقة الدالية بين المتغيرين عكسية، حيث بلغت قيمتها (-٠,٩٦)، ونستخلص من هذه العلاقة أن أية زيادة في نسبة رطوبة التربة من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض في نسبة الأملاح المذابة؛ لأن كمية المياه التي تروى بها المزروعات تضاف إلى ما تحتويه التربة من رطوبة، فتصبح نسبة الأملاح المذابة قياساً بنسبة الرطوبة الحالية للتربة منخفضة على فرض أن نسبة الأملاح المذابة ثابتة.

يبدو أن خصائص العلاقة السابقة تنسحب كذلك على العلاقة بين نسبة رطوبة التربة والمحتوى الرملي مع تفاوت في القيمة وتزايد في أثر العوامل، فتبلغ في حدود (-٠,٨٤)، وهو أمر طبيعي لأن القوام الرملي للتربة يتميز بنسبة تسرب عالية وعدم احتفاظه بها، فتغدو نسبة الرطوبة نتيجة لذلك مستدينة، يتبدل الوضع في حالة الصلصال والطيني، وتبدو العلاقة طردية، ولكنها في الصلصال أقوى منها في الطمي، إذ تبلغ في الأولى (+٠,٩٤)، وفي الثانية (+٠,٦٥)، ولا يعني هذا أن يكون الصلصال أكثر رطوبة من الطمي، ولكن العوامل المصاحبة في حالة الطمي أثرت بشكل واضح على تدني قيمة معامل الارتباط وخاصة في وسط قطر، فمن هذه العوامل اختلاط الطمي مع رواسب قد تكون جسيمة أو انهيدرايتية تذيبها المياه، فتتسع الفراغات بين ذرات التربة ومن ثم تتسرب المياه نحو الباطن، تاركة إياها (أعني التربة) قليلة الرطوبة.



٤- القطاعات الرأسية للتربة في قطر: Soil Profiles

وهي التي تظهر تطابق أو تباين مختلف الآفاق (الطبقات) Horizons ابتداء من سطح التربة باتجاه الباطن حيث الصخور الأصلية التي اشتقت منها التربة مكوناتها وبعض خصائصها، ويرجع هذا التسايع إلى تضافر عمليات متباينة في تكوين التربة، وإعطائها خصائصها ومميزاتها، فإذا تجاهلنا حدوث عمليات جرف للتربة بأنواعه ونقل لها Erosion and Transportation، يتكون بعد فترة من الزمن مقطع مميز لها، يعتبر من وجهة النظر البدولوجية أهم الملامح التي يمكن من خلاله التعرف على أنواع التربة ومن ثم يصبح أساسا لتصنيفها.

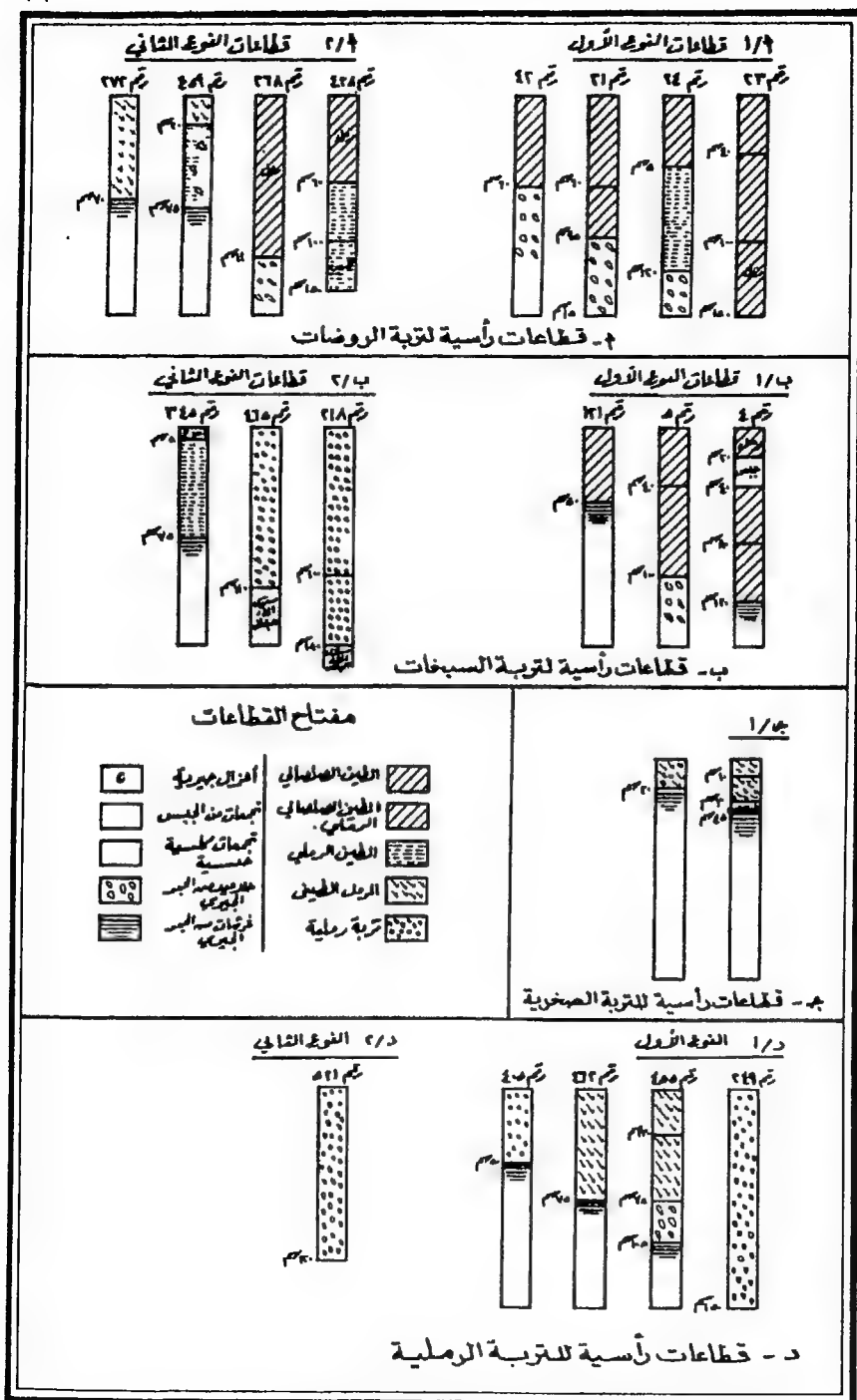
فآفاق التربة القطرية تتفاوت نسبيا من حيث القوام والبنية واللون، فليس من الضروري بطبيعة الحال أن تتمثل جميع الآفاق في التربة القطرية، ويظهر هذا التباين حتى في النوع الواحد، فمن دراسة قطاعات التربة نتيين التالي:

١- قطاعات التربة الرملية الطينية: (تربة الروضات) A

يتفاوت سمك قطاعات التربة الرملية الطينية (شكل رقم ٥-١٣) بين (٧٠ و ١٥٠) سم، ويلاحظ في قطاعات المجموعة (A1 ١/١) أن السمك يتراوح بين (٩٥ و ١٥٠) سم، وأن (٧٥٪) من عدد القطاعات تمثلها عند القاعدة جلاميد من الصخر الجيري تتباين في سمكها بين (٣٠ و ٥٥ و ٣٥) سم على التوالي، وهي القطاعات (٢٤، ٢١، ٤٢)، والقطاع رقم (٢٣) تمثله تربة لومية صلصالية رملية بسمك (٥٠) سم، تعلوها الطبقة (ب) وهي إما أن يكون قوامها لومي رملي بسمك يبلغ (٧٠) سم (رقم ٢٤) أو لومي صلصالي بسمك يتراوح بين (٦٠، ٣٥) سم (رقما ٢٣، ٢١)، أما الطبقة السطحية (أ) فيبدو أنها ممتلئة في جميع قطاعات هذه المجموعة ومتماثلة نوعا، فهي تربة لومية صلصالية كذلك، ولكنها ليست متماثلة سمكا، إذ تمايز بين (٤٠، ٥٠، ٦٠) سم.

بالمقارنة يختلف الوضع في قطاعات المجموعة (A2 ٢/١)، فيبلغ سمك آفاقها ما بين (٧٠ و ١٥٠) سم، ففي القطاع رقم (٤٢٨) تتمثل ثلاث طبقات، الطبقة التحتية (ج) وتلك التي تعلوها (ب) قوامهما لومي رملي، بسمك يبلغ بين (٥٠ و ٤٠) سم مع وجود أعزال من الجير Lime Segregations بتربة القاعدة، أما الطبقة





شكل رقم (٥-٣) القطاعات الرأسية للتربة القطرية

(١) فقوامها اللومي الصلصالي الرملي يتفق مع نظيرتها في القطاع رقم (٢٦٨)، وسمكهما في القطاعين يتراوح بين (٦٠، ١١٠) سم، تتمثل في القطاع رقم (٤٥٩) طبقتان، تتكون الطبقة التحتية التي ترتكز على راقات من الصخر الجيري من تربة لومية رملية تتخللها بقع من جلاميد الصخر الجيري، تعلوها تربة رملية لومية بعمق (٢٠) سم، وهي مواصفات تندرج تحتها الطبقة (١) في القطاع رقم (٢٧٢)، ولكنها تصل إلى عمق (٧٠) سم، حيث طبقة الحجر الجيري.

٢- قطاعات التربة اللومية الطينية، (تربة السبخات) B

تشتمل التربة اللومية الطينية (شكل رقم ٥-٣ ب) على مجموعتين كذلك، ويبدو أنهما مختلفتان عن بعضهما من حيث القوام والسمك والتوزيع المكاني؛ فالمجموعة الأولى (ب/ ١ B1) بأفاقها يميزها قوام لومي طيني يرتكز في القطاعين (٤، ١٢١) على طبقات من الحجر الجيري، وفي قطاع رقم (٥) على جلاميد الحجر الجيري، قد تتخللها، وخاصة في الآفاق التحتية، تجمعات جبسية Gypsum Accumulations وقد تنفرد هذه التجمعات بأفاق لوحدها كما هو حادث في الطبقة (ب) من رقم (٤)، الذي يتميز عن بقية القطاعات في سمكه الذي يبلغ (١٢٠) سم، وفي أن الطبقة السطحية من التربة ذات قوام لومي صلصالي رملي بسمك (٢٠) سم، أما المجموعة الثانية (ب/ ٢ B2) فيغلب على قطاعين منها (٢١٨، ٤٦٥) قوام رملي يتراوح سمكهما بين (١٥٠ و ١١٠) سم، وتقترب طبقاتها الدنيا من مستوى الماء الباطني Ground Water Table، ويقتصر القطاع الثالث رقم (٣٤٥) على طبقة واحدة سمكها (٧٥) سم، وقوامها لومي رملي، تليها إلى أسفل طبقة من الحجر الجيري، وتعلوها بسمك (٥) سم طبقة ملحية تشكلت على ما يبدو إثر تبخر المياه من سطح التربة بفعل الحرارة الشديدة التي قد تصل إلى (٤٥) درجة في الصيف.

٣- قطاعات التربة الصخرية: C

وهي عبارة عن مجموعة واحدة (ج١ CI)، يمثلها قطاعان (شكل رقم ٥-٣ ج)، لا يزيد سمك الأول على (٤٠) سم، تندرج تحته ثلاثة آفاق رقيقة، الأسفل منها تجمعات من الجبس والكالسيوم بسمك (١٠) سم، تستلقي فوق

طبقات من الحجر الجيري، بينما يعلوه أفق خليط من جلاميد الحجر الجيري والرمل اللومي بسمك (٢٠) سم، يغطيها جميعا أفق ينكشف على السطح سمكه (١٠) سم، وقوامه رملي لومي، أما القطاع الثاني فيبلغ سمكه (نصف) سمك القطاع الأول، وقوام تربته التي تتركز على طبقة من الصخر الجيري، خليط من جلاميد الحجر الجيري والرمل اللومي.

٤- قطاعات التربة الرملية: D

هناك قطاعان رقما (٢٤٩، ٤٠٥) يتتمان للمجموعة الأولى (D1 ١/د) وقطاع رقم (٥٢١) الوحيد الذي يمثل المجموعة (D2 ٢/د)، (شكل رقم ٥-٣) وهي جميعا تتكون من أفق واحد فقط تغلب عليها ترسبات رملية، ويتراوح سمكها بين (١٥٠ و ٥٠ و ١٢٠) سم على التوالي، والقطاعان الأخريان المتتمان للمجموعة الأولى رقما (٤٥٥، ٤٦٢) فيختلفان تماما، إذ تمثل القطاع الأول آفاق ثلاثة تتراوح سماكاتها من الأقدم إلى الأحدث بين (٣٠ و ٤٥ و ٣٠) سم، ويلاحظ أن الأفق (ج) الذي يتركز على طبقة من الصخر الجيري الأم قد اشتق منها فتحول إلى جلاميد تتجمع دون انتظام؛ لأن عوامل التعرية لم تُعطَ الوقت الكافي كي تشكلها لتغدو تربة أقرب إلى النضوج، يعلوها الأفقان (ب، أ) اللذان يتكونان من الرمل اللومي، تندرج تحت هذا النوع تربة القطاع رقم (٤٦٢)، بسمك يبلغ (٧٥) سم.

وعموما يتبين لنا من دراسة قطاعات التربة القطرية الخصائص التالية:

- (أ) لا يزيد سمك قطاعات التربة على (١٥٠) سم، ولا يقل عن (٢٠) سم.
- (ب) يلاحظ أن جميع آفاق التربة مهما تباينت سماكاتها يمثلها نوع أو نوعان من المفتتات الصخرية قد تتخللها عروق من الكالسيوم أو الجبس.
- (ج) تشير القطاعات إلى أن التربة القطرية لم تصل بعد إلى مرحلة النضج؛ لأن العوامل البدولوجية لم تُعطَ الزمن الكافي كي تعمل على تفكك وتحلل الصخور والجلاميد التي ما برحت تحتفظ بكثير من خصائصها ومكوناتها الأصلية.
- (د) تبدي بعض القطاعات وخاصة تلك التي تضم آفاقا رملية أو جلاميدية عدم انتظام في التطابق.



(هـ) يتضح أن (٦٢٪) من قطاعات التربة القطرية تمثلها طبقة أو طبقتان، يبلغ فيها سمك القطاع من أصل (١٥٠) سم، ما بين (٢٠ و ٧٥) سم، والبقية التي تتراوح ما بين (١٣٠ و ٧٥) سم تمثلها الصخور الأصلية، وهو تأكيد لهيكليتها، وأنها ما فتئت تفتقر إلى مقطع كامل النمو.

(و) تظهر بعض قطاعات النوع الثاني من تربة السبخات (ب/٢ B2) أن طبقاتها الدنيا تتركز مباشرة على سطح الماء الباطني، بمعنى آخر أن الماء الباطني في مناطق هذه القطاعات رقمي (٢١٨، ٤٦٥) يرتفع منسوبه ليصل إلى عمق يتراوح ما بين (١١٠ و ١٥٠) سم.

٥- تصنيف التربة القطرية تبعاً لمقدرتها الإنتاجية:

التربة عنصر هام من عناصر الإنتاج الزراعي، وقطب جذب للسكان، وإقامة المستوطنات البشرية، وتبعاً لتفاوت أنواع التربة القطرية من حيث عوامل تشكيلها، وخصائصها الميكانيكية والكيمائية، وقطاعاتها، تختلف صلاحيتها ومقدرتها ودرجة إنتاجيتها لأنواع المحاصيل المختلفة، لذا يمكن تصنيفها إلى الأنواع الآتية:

جدول رقم (٥-٦)

تصنيف التربة القطرية تبعاً لصلاحيتها الإنتاجية (**)

نوع التربة	أقسام التربة وخصائصها	مساحتها/كم ^٢	%
تربة صالحة للزراعة	١ ذات صلاحية عالية	٣٨,٠٦	٠,٣٣
	٢ متوسط الصلاحية	٤٩,٢٩	٠,٤٢
	٣ تربة حدية للزراعة	١٠١,٩٤	٠,٨٨
تربة صالحة للزراعة	تحت ظروف خاصة وملائمة	٨٦,٩٠	٠,٧٥
غير صالحة للزراعة	١ تربة السبخات (الملحية)	٧٠١,٢٤	٦,٠٤
	٢ التربة الحصوية والرملية	١٠٥٥٦,٣٥	٩٠,٩٣
المساحة المروعة		٧٥,٨٦ (*)	٠,٦٥
المجموع الكلي		١١٦ ٩,٦٤	١٠٠,٠٠ %

(**) المصدر: من الحصر الاستكشافي للتربة وتصنيف الأراضي ١٩٧٣، ص ١٤.

(*) المصدر: من المجموعة الإحصائية السوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٢٢، ٢٢٣.



ومن (الجدول رقم ٥-٦) تبيين لنا الأقسام والخصائص التالية:

(أ) تربة صالحة للزراعة: Suitable Soils وتشمل:

١- تربة ذات صلاحية عالية: Highly Suitable

قوامها متوسط، قطاعاتها عميقة نسبياً، قد تزيد على (١٢٠) سم، وتتميز بخصائص كيميائية وطبيعية (فيزيائية) هامة، إذ تخلو من الأملاح الضارة بنمو النباتات مما يؤهلها لزراعة العديد من المحاصيل الزراعية، وهي ذات سطح مستو تقريباً، مما يقلل من تكاليف ربيها وعزقها، وتبلغ مساحتها (٣٨,٠٦) كم^٢، أي بنسبة (٣٣,٠٪) من المساحة الكلية لقطر.

يتخذ هذا القسم من الأراضي التي تضم مثل هذا النوع من التربة الزراعية نطاقاً محورياً تقريباً، يبدأ من الشمال الشرقي حيث عين سنان والغشامية والمريدة حتى روضة الأرنب في الجنوب الغربي، ويمتد شريط منه ليضم كلا من أم قين وأم بركة وأم القهاب الواقعة جميعاً إلى الغرب والشمال الغربي من الذخيرة، ويتراوح الارتفاع النسبي لسطح هذه المنطقة ما بين (٦ و ١٦) م فوق مستوى سطح البحر، وباتجاهنا من هذه المنطقة نحو الجنوب الغربي نلاحظ أن هذا القسم يشمل العديد من المواقع بدءاً من أم العجور ومروراً بأبي ثيلة والذبيبة والخريب (حقول آبار المياه الجوفية) وأم العظام إلى أن تلتحم بأم المواقع والخيرية، وهذه المنطقة في جملتها أكثر ارتفاعاً من سابقتها، حيث تتراوح بين (٢٠ و ٥٠) م، وينتهي النطاق إلى الشمال من الكرعانة وخاصة عند أم الصوب Umm As Suwab ويتميز بمجموعة من المسل المائية المؤقتة، تحمل في أثناء سقوط الأمطار مفتتات السطح وتلقي بها في الأحواض البينية، وثمة ميزة تنحصر في تركيز معظم حقول آبار المياه ضمن هذا النطاق، الأمر الذي أدى ويؤدي إلى وفرة عنصر مهم وحيوي من عناصر تنشيط الاستغلال الزراعي فيه.

٢- تربة متوسطة الصلاحية للزراعة: Moderately Suitable

وتغطي حوالي (٤٢,٠٪) من مساحة قطر (٤٩,٢٩) كم^٢، وتختلف عن سابقتها بأن عمق قطاع تربتها يتراوح بين (٩٠ و ١٢٠) سم، كما أن خواصها



الطبيعية والكيماوية أقل درجة منها، إذ - قياسا - ترتفع بها نسبة الصلصال والرمل الذي يضاف عليها قواما متوسطا، كما أنها ذات نفاذية ضعيفة للمياه لوجود طبقة صلصالية صماء تشكل أفقا من التربة التحتية، وتحتوي - فضلا عن ذلك - على نسبة من الأملاح وخاصة كربونات الكالسيوم تتراوح بين (٤ و ٨) ملليموز/سم^٢، مما يضعف من طاقتها الإنتاجية نوعا ما، لذا تحتاج إلى كميات لا بأس بها من المياه العذبة تساعد في غسل التربة Leaching وتصفيتها من الأملاح، وهذا يتطلب نوعا ذا مردود فاعل من التصريف المنظم للمياه بعد كل عملية ري.

تركز الأراضي التي تحمل صفات هذه التربة ضمن نطاق يمتد من أقصى شمال شبه الجزيرة، حيث توجد متناثرة حول بلدات الكعبان وعذبة والداوودية، ويقع صغيرة تقع إلى الشمال الشرقي من سمسمة، وفي الشمال الغربي من قطر تمتد من جنوب وجنوب غرب مكين حتى مسيكة، كما تلاحظ إلى الجنوب من طريق «الدوحة - الزبارة»، وذلك فيما بين لشا في الشمال الغربي وأم قرية والنهي في الجنوب، فضلا عن منطقة السدرية الواقعة على الجانب الأيمن للطريق المذكور، وإذا عبرنا الطريق باتجاهنا جنوبا نشاهدها تغطي رقعا صغيرة في الغورية والمنطقة الحوضية شمال غرب البُصير.

ليس هذا فحسب، بل إن فرص الانتشار الأفقي لهذا النوع من الأراضي يزداد وضوحا في القسم الأوسط من شبه الجزيرة، وخاصة على الجانب الغربي من طريق «الدوحة - الشمال» فيما بين أم صلال محمد وأم صلال علي، وبالاتجاه غربا تأخذ بالظهور في الواحات التي تحيط بحقول آبار المياه الجوفية، وخاصة بين أبوثيلة وأبو حصية، ثم تشاهد بصورة متقطعة في المنطقة الواقعة بين أم غويلينة في الشمال والصنع في الجنوب، وتنتشر إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان» وخاصة على الجانب المقابل للنصرانية غطاءات من هذه التربة تستمر حتى النهدين، حيث تحاذي الحدود الشمالية من أراضي النوع الثالث، وتمثل في نفس الوقت الحد الجنوبي لانتشار التربة ذات الصلاحية المتوسطة للزراعة.

٣- تربة حدية للزراعة: Marginally Suitable

ويحتاج هذا النوع من التربة إلى عناية فائقة لعمليات الصرف، وإلى توفير مياه عذبة تعمل على إزالة ما يعلق بها من أملاح تعوق عملية التوسع الرأسي في

الإنتاج، حيث تبلغ نسبة الأملاح في حدود (١٢) ملليموز/سم^٢، وأن سمك قطاعها الرأسي يتراوح ما بين (٦٠ و ٩٠) سم، وتزيد نسبة مساحتها بحوالي (١٥، ٠٪) على مجموع نسبتي مساحة النوعين السابقين، إذ تشغل مساحة تقدر بحوالي (١٠١٩٤) هكتارا (١٠١,٩٤) كم^٢، أي بنسبة (٩٠، ٠٪) من مساحة قطر.

تمثل أراضي هذا النوع مختلف المنخفضات القطرية، فتمتد على جانبي الطريق من مدينة الشمال حتى الغارية، وتغطي منطقة واسعة تقع وسط الشمال، ولكنها تقع صغيرة وعديدة، يحدها من الجنوب خط يصل بين الغشامية في الشرق والنهي في الغرب، تأخذ أراضي التربات الحدية بالانتساع ابتداء من شمال شرق الماجدة لتشمل وعب الأباريق وروضة الفرس والسليمي وأم الخرق (أم الخرج)، وغربا حتى الصعلوكية وأم الماء على الساحل الغربي.

وإذا تتبعنا توزيعها الأفقي نحو الجنوب فإنها تظهر على شكل أذرع ضيقة تحف بطريق «الدوحة - الشمال» من أم ترن شمالا حتى خط عرض الوصيل جنوبا، وتلاحظ فضلا عن ذلك في كل من الجميلية وجري أبو غانم، ويبدو أن المنطقة الواقعة على جانبي طريق «الدوحة - أم باب» بين أم الشبرم شرقا وأمهاث العنز غربا تمثل أكثر المناطق احتضانا لتربات هذا النوع من ناحية، والحد الجنوبي الأكثر وضوحا لامتدادها، باستثناء بعض البقع التي تغطي منطقة الثلث (غرب الكرانة) ومزرعة ترينا في جنوب البلاد من ناحية أخرى.

(ب) تربات صالحة للزراعة تحت ظروف خاصة: Conditionally Suitable

ربما تكون التربة صالحة للزراعة من وجهة النظر الميكانيكية إذا توافرت لها ظروف تساعد على استغلالها الزراعي، إلا أن ما يعطل هذا الاستغلال عوامل كثيرة تتضح فيما بعد، فتربة هذا النوع تتميز بقوام خشن تغلب عليه الرواسب الرملية التي يبلغ عمق قطاعها بين (٦٠ و ١٢٠) سم، وهي تغطي معظم أراضي الأودية الجافة التي كونتها عوامل النحت النهري في عصور قديمة، كما تضم هذه الأراضي نوعا آخر من التربات التي تنتسب إلى المناطق الحوضية، وهي في مجملها تتكون من مفتتات صخرية نحتها ونقلتها المسل المائية السطحية، ثم قامت التعرية الهوائية بتغطيتها بطبقات من الرمال المسقية، بحيث يتراوح سمك قطاعها

الرأسي بين (٦٠ و ٩٠) سم، فضلا عن أنها تتميز بوجود طبقات من الحجر الجيري قريبة من سطح التربة، ونظرا لاتساع الفراغات البينية بين حبيباتها، فإن المياه تغيض فيها بسرعة، ومن ثم سريعة العطش، إذ تبلغ نسبة طاقة المياه المتسربة خلال نسيجها (٣٤) سم/ الساعة، وهذا يجعلها تحتاج إلى تكاليف باهظة لاستصلاحها وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، ومعالجتها بالمخصبات الزراعية وخاصة المواد العضوية، وتغطي (٩١, ٨٦) كم^٢ (٧٥, ٠٪).

وتوجد هذه التربة على شكل تجمعات رملية في شمال قطر وخاصة إلى الغرب من الخور، وربما تمتد إلى أبعد من ذلك باتجاه الشمال حتى الخيسة، كما توجد بين أم سويجة وأم قرن شرق حقل الرشيدية، والمنطقة الواقعة بين الخريب وأم القهاب، وتتركز إلى الجنوب من طريق «الدوحة - دخان» بين الشحانية والنصرانية في الشمال وبين الوبرة والوضيحية في الجنوب، كما تحيط بمنطقة «أم الجماجم» على شكل قوس باستثناء الطرف الشمالي لهذا الموقع الذي تسيطر عليه رواسب حصوية تنتمي لتربة النوع الثالث، وعلى الساحل الغربي تمتد على شكل شريط يحاذي تلال دخان ويغطي أرضية وادي الذياب، ويبدأ هذا الشريط من «أبو طريفة» في الشمال حتى منطقة المشاش في الجنوب، ويعتبر أقصى امتداد لها في هذا الاتجاه.

(ج) تربة غير صالحة للزراعة: Not Suitable

وتمثل (٩٧٪) من مساحة قطر، ويمكن أن نميز بين نوعين متباينين من حيث تكوينهما وخصائصهما الإنتاجية وهما:

١- تربة الأراضي الملحية: Saline Soils

وتتميز بصعوبة نفاذ المياه خلال طبقاتها بسرعة، بل تبقى على السطح حتى يُفقد معظمها بالتبخّر، وعند جفاف الطبقات السطحية من التربة (اللزجة) تشقق أو ربما تكسوها نتيجة لذلك طبقة بيضاء من أملاح كربونات الكالسيوم، وتحتاج لكي تتحول إلى تربة صالحة للزراعة - وهو أمر محتمل - إلى وضع إمكانيات ضخمة لتوفير كميات هائلة من المياه العذبة، تعمل على غسل التربة من الأملاح، وإلى إقامة شبكة جيدة وعلى أسس حديثة من مصارف المياه، كما يمكن رراعتها

بأنواع من النباتات لها القدرة على امتصاص الأملاح وتخليصها من التربة، ويطلق على مثلتها في مصر تربة القرموط (محمد محمود الصياد، ١٩٧٠، ص ٧٦)، وتبلغ مساحة هذه التربات (٧٠١٠٤) هكتارا بنسبة (٠.٤، ٦٪) من مساحة قطر، أي (٧٠١٠٤) كم^٢، ويتراوح سمك آفاقها بين (٣٠ و ١٢٠) سم، وتضم رواسب كلسية بحرية وقشرة ملحية، وأن الآفاق التحتية للتربة تتكون من صلصال بني، ويقترّب منها مستوى الماء الباطني، وهو ذو خصائص مالحة.

٢- تربة الأراضي الحجرية والرملية: Rocky Fragments and Sandy Soils

وهي من التربات ذات القوام الخشن والمسافات البينية الواسعة، لذا تعتبر أقل الأراضي حظا في إمكانية تحويلها إلى أراض زراعية، وتبلغ نسبة مساحتها في حدود (٩١٪) أي حوالي (١٠٥٧, ١٦٥) هكتارا (١٠٥٧٢) كم^٢، وتغطي بهذا معظم شبه الجزيرة بما فيها مجموعة الكشبان الرملية المترامية الأطراف في الجزء الجنوبي الشرقي من قطر، ومجموعة الرمال الكلسية البحرية المتاخمة لشواطئ الخليج، ومجموعة رواسب عصري الإيوسين والميوسين التي تتكون من الصخور الجيرية والرصيص Conglomerates.

قبل أن ننهي دراستنا عن التربة لابد من الإشارة إلى استخدامات أراضي هذه التربات Land Utilization، وقد قدرت مساحة الأراضي المسجلة حسب بيانات المجموعة الإحصائية (٢٢٩٧٧٥) دونما أي (٢٢٩, ٧٧٥) كم^٢، بلغت المساحة المزروعة (٧٥٨٧٤) دونما، أي حوالي (٧٥, ٨٧٤) كم^٢ ونسبة (٣٣٪)، موزعة على (٨٧١) مزرعة (المجموعة الإحصائية السنوية، ١٩٩٢، ص ٢٢٣)، وهذا يعني أن (ثلث) المساحة المسجلة قد تم استغلالها في الإنتاج الزراعي، وأن هناك إمكانية التوسع الأفقي لمساحة تبلغ (١٥٣٩٠١) دونما (١٥٣, ٩) كم^٢، إضافة إلى فرص التوسع الرأسي من خلال تحسين ورفع إنتاجية الدونم.

ويلاحظ أن الأراضي التي تضم تربة الروضات قد تطورت على مدى خمس سنوات تطورا أفقيا يكاد يكون ملموسا من خلال الجدول التالي:



جدول رقم (٥-٧)

التوسع الأفقي في مساحة الأراضي المزروعة/ دونم (*)

السنة	المساحة المزروعة	الزيادة	%	المساحة غير المزروعة	المجموع
١٩٨٧	٤٨٣٥٠	-	-	٦٠١٦٥٠	٦٥٠٠٠٠
١٩٨٨	٥١٨٩٢	٣٥٤٢	٧,٣	٥٩٨١٠٨	٦٥٠٠٠٠
١٩٨٩	٥٦٩٨٤	٥٠٩٢	٩,٨	٥٩٣٠١٦	٦٥٠٠٠٠
١٩٩٠	٥٧٠٥٩	٧٥	٠,١	٥٩٢٩٤٤	٦٥٠٠٠٠
١٩٩١	٦٨٩٢٤	١١٨٦٥	٢٠,٨	٥٨١٠٧٦	٦٥٠٠٠٠
١٩٩٢	٧٥٨٧٤	٦٩٥٠	١٠,١	٥٧٤١٢٦	٦٥٠٠٠٠

(*) المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٢٢.

من (الجدول السابق رقم ٥-٧) نتيين التالي:

- ١- حدث توسع أفقي للمساحة المزروعة على مدى خمس سنوات.
- ٢- يبدو أن التوسع الأفقي للمساحة المزروعة يتفاوت من سنة إلى أخرى، فنلاحظ أن عام ١٩٩٠ شهد توسعا أفقيا محدودا جدا بلغ (٧٥) دونما فقط، بينما نلمس طفرة في التوسع الأفقي عام ١٩٩١ بلغت (١١٨٦٥) دونما، وتفسير ذلك يكمن في أن التوسع عام ١٩٩٠ اقتصر كما يبدو على المزارع النشطة دون إضافات جديدة لها من حساب الأراضي غير المزروعة، مع تراجع في المساحات المزروعة لكل من الفاكهة والأعلاف الخضراء، أما في عام ١٩٩١ فقد حدث التوسع نتيجة الاهتمام المتزايد في زراعة أشجار النخيل وعودة التركيز على زراعة الأعلاف الخضراء إثر استصدار بعض القوانين والتشريعات التي حددت الوارد منه لتشجيع المزارعين وتحمي الإنتاج المحلي، وتغطي احتياجات السوق المحلية.

- ٣- نسب الزيادة في مساحة الأراضي الزراعية تتراوح بين (١,٠ و ٢٠,٨٪)، وهي نسب متدنية إذا قورنت بالأراضي القابلة للزراعة Cultivable Land ولم يتم استغلالها بعد، وهذا الأمر يرتبط بما يتوافر من مياه صالحة للري من جانب، وبرساميل تغطي تكاليف هذا التوسع من جانب آخر، ومن ثم بالحدوى الاقتصادية لهذا التوسع.



تقودنا هذه العجالة إلى الوقوف على توزيع مساحة الأراضي المزروعة على أنواع المحاصيل، للتعرف من خلالها على مقدار التوسع الأفقي وربط ذلك في علاقة مع التوسع الرأسي، وهل حققت هذه المعطيات كفاية إنتاجية محلية؟ وإلى أي مدى ساهمت في تغطية متطلبات السوق والاستهلاك البشري؟ والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٨-٥)

مساحة الأراضي المزروعة والقابلة للزراعة (**) (دونم) Cultivated & Cultivable Land

الأراضي غير المزروعة	الأراضي المزروعة						السنة
	المجموع	أعلاف خضراء	نخيل	فاكهة	خضروات	حبوب	
٦٠١٦٥٠	٤٨٣٥٠	٧٩٢١	٨٩٦٠	٦٧٢٠	١٥٤٧٣	٩٢٧٦	١٩٨٧
٥٩٨١٠٨	٥١٨٩٢	٨٤١٥	٨٩٨٥	٧٠٧٩	١٧٤٢٧	٩٩٨٦	١٩٨٨
	٧,٣٣+	٦,٢٤+	٠,٢٨+	٥,٣٤+	١٢,٦٣+	٧,٦٥+	%
٥٩٣٠١٦	٥٦٩٨٤	١٠٩٩٣	٩٤٤٧	٤٩٠٤	٢٠٦٧٩	١٠٧٤١	١٩٨٩
	٩,٨١+	٣٠,٦٤+	٥,١٤+	٣٠,٧٣-	١٨,٦٦+	٧,٥٦+	%
٥٩٢٩٤٤	٥٧٠٥٩	١٠٣٢١	٩٩٦٧	٤٤٣٣	٢١٥١٥	١٠٨٢٣	١٩٩٠
	٣١,٧٢+	٦,١١-	٥,٥٠+	٩,٦٠-	٤,٠٤+	٠,٧٦+	%
٥٨١٠٧٦	٦٨٩٢٤ (*)	١٤٩٨٤	١٢٩٧٩	٤٥٧٨	٢٢٩٠١	١٣٤٨٢	١٩٩١
	٢٠,٧٩+	٤٥,١٨+	٣٠,٢٢+	٣,٢٧+	٦,٤٤+	٢٤,٥٧+	%
٥٧٤١٢٦	٧٥٨٧٤	١٧٥١٠	١٥٣٧٣	٥٠٥٣	٢٥٦٣٠	١٢٣٠٨	١٩٩٢
	١٠,٠٨+	١٦,٨٦+	١٨,٤٥+	١٠,٣٨+	١١,٩٢+	٨,٧١-	%

(**) الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٢٢.

(*) تضم بالإضافة لمساحات المزارع المسجلة مساحات أخرى غير مسجلة كمزارع.

التربة الرملية الطينية (تربة الروضات) هي المعنية بالأراضي والإنتاج الزراعي، فالأراضي القابلة للزراعة سواء أكانت مزروعة أم غير مزروعة ترتبط بنوع التربة وخصائصها، وهي بدورها (كما أوضحنا سابقاً) نتاج التفاعل بين مختلف عناصر المركب البيئي، فمن خلال دراستنا لتربة قطر تبين أن تربة الروضات أصلحها للزراعة والإنتاج الزراعي، (والجدول رقم ٨-٥) يوضح أهم المحاصيل التي تنتجها تربة الروضات ومنه نستخلص التالي:

- ١- حدوث توسع أفقي متدرج في مجمل مساحة الأراضي المزروعة سنويا، بلغت ذروته بين عامي ١٩٨٩، ١٩٩٠ (٣١,٧٢٪)، وتعزى هذه الزيادة -رغم التراجع في المساحات المزروعة بالفاكهة والأعلاف الخضراء- إلى إضافة مساحات أخرى غير مسجلة إلى مساحات الأراضي المسجلة في ذات العام.
- ٢- شهد عاما ١٩٨٨، ١٩٩١ توسعا أفقيا في المساحات المزروعة بمختلف المحاصيل، إلا أن الزيادة الواضحة كانت من نصيب الخضروات في عام ١٩٨٨ (+١٢,٦٣٪)، ومن نصيب الأعلاف الخضراء والنخيل والحبوب في عام ١٩٩١ (+٤٥,١٨٪، +٣٠,٢٢٪، +٢٤,٥٧٪) على التوالي.
- ٣- يُلاحظ أن التوسع الأفقي للمساحات المزروعة بالمحاصيل تتفاوت بين عام وآخر وبين محصول وآخر بقدر ما تتفاوت لنفس المحصول على مدى سنوات المقارنة، فالخضروات والنخيل - كأمثلة للزيادة - كان لها حظ أوفر، فالخضروات بلغت ذروتها في زيادة المساحة بنسبة (+١٨,٦٦٪) عام ١٩٨٩، وأدناها (+٤,٠٤٪) عام ١٩٩٠، أما المساحة المزروعة بالنخيل فقد حظيت في عام ١٩٩١ بنسبة بلغت حوالي (+٣٠,٢٢٪)، بينما لم تتعد نسبة مساحته في عام ١٩٨٨ (+٠,٢٨٪)، أما الفاكهة - كمثال للتناقص - فقد تعرضت في عام ١٩٨٩ لتناقص حاد في المساحة المزروعة بلغت نسبته (-٣٠,٧٣٪)، ويرجع ذلك إلى عدم ملائمة المناخ بعناصره لكثير من أنواع الفاكهة، وإلى زيادة تكلفتها وبالمقابل عدم جدواها الاقتصادية، لذا كان التوجه نحو الزيادة في مساحات النخيل لملاءمة أشجاره لخصائص المناخ في قطر، وتحملها كثيرا لتقلبات الجو، ولكونها غذاء وفاكهة في آن واحد، أما التوسع الرأسي فنعني به زيادة إنتاجية الدونم، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٥-٩)

كميات الإنتاج (طن) ومتوسط الإنتاجية (طن / دونم) للمحاصيل (*)

السنة	الحبوب	الخضراوات	الفاكهة	النخيل	الأعلاف الخضراء
١٩٨٨	٣٢٢٤	٢١٠٨٩	٣١٣٩	٥٢٧٠	٧٢٦١٢
المتوسط	٠,٣٢٣	١,٢١٠	٠,٤٤٣	٠,٥٨٧	٨,٦٢٩
١٩٨٩	٣١٩٢	٢٦٣٥٥	١٨٢٧	٥٢٧٩	٨٧٦٠٢
المتوسط	٠,٢٩٥	١,٢٧٥	٠,٣٧٣	٠,٥٤٦	٧,٩٦٩
١٩٩٠	٣١٣٥	٢٧٣٩٥	١٦٩٠	٥٧١٢	٨,٩٦٩
المتوسط	٠,٢٨٧	١,٢٧٣	٠,٣٨١	٠,٥٧٣	٧,٨٤٥
١٩٩١	٣٧٤٩	٣٦٨٧٧	٩٠٠	٩٠١٣	١٢٧٧٤٧
المتوسط	٠,٢٧٨	١,٦١٠	٠,١٩٧	٠,٦٩٤	٨,٥٢٦
١٩٩٢	٣٨٧٢	٤٠٦٩١	٩٧٨	٩٥٢١	١٤٦٠٥٥
المتوسط	٠,٣١٥	١,٥٨٨	٠,١٩٤	١,٢٠٠	٨,٣٤١

(*) المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٣٠.

من (الجدول السابق رقم ٥-٩) نستخلص التالي:

١- نلاحظ أن كميات إنتاج الخضراوات والتمور على مدى خمس سنوات في تزايد مستمر، وترتبط كل منهما في علاقة موجبة (طردية) مع المساحة، إذ تبلغ في حالة الخضراوات (٠,٩٦+)، وبالنسبة للتمور (٠,٩٧+)، وهي كما يبدو علاقة قوية لم تفسح المساحة كمتغير مستقل المجال للعوامل الأخرى أن تؤثر على كميات الإنتاج إلا بنسب تتراوح بين (٤٪ و ٣٪) فقط، ويعني ذلك أن أي توسع أفقي يؤدي بالتالي إلى زيادة في كميات الإنتاج والعكس صحيح، ولكن العلاقة بين المساحة ومتوسط إنتاجية الدونم - رغم اطرادها - تؤثر عليها عوامل قد يصل مفعولها بالنسبة للخضراوات إلى (١٥٪)، يقل تأثير هذه العوامل لتصبح (٩٪) بالنسبة للتمور، ولعل الخضراوات أكثر حساسية وتأثراً بالأحوال المناخية من النخيل في بيئة صحراوية جافة، هامشية المناخات كقطر.

٢- يبدو أن أقوى العلاقات الدالية تتمثل بين المساحة وكمية إنتاج الأعلاف الخضراء، رغم التراجع في المساحة الذي صاحبه كذلك تراجع في كميات الإنتاج عام ١٩٩٠، إذ تبلغ (٠,٩٩+)، وهذه القيمة توحي بأن الأعلاف

الخضراء من أكثر المزروعات ملائمة لبيئة متقلبة الأنواء، بيد أن العلاقة بين المساحة ومتوسط إنتاجية الدونم لم ترق في قيمتها التي بلغت (+0,56) إلى القيمة السابقة، ورغم وجود علاقة موجبة إلا أن إنتاجية الدونم قد ترتبط بعوامل أخرى كنوعية البذور والسماد وطرائق الري والمبيدات الحشرية، لذا جاءت إنتاجية الدونم الممثلة للتوسع الرأسي متدنية.

٣- يتضح أن كمية الإنتاج من الحبوب متذبذبة بين عام وآخر، وهذا ما تشير إليه العلاقة الدالية بين المساحة وكمية الإنتاج، حيث بلغت (+0,86) شأنها في ذلك شأن كميات الإنتاج من الفواكه فبلغت قيمتها (+0,85)، ويحتمل أن تكون الأحوال المناخية وخصائص مياه الري ذات أثر واضح على كلتا الحالتين، ويظهر أثر هذه العوامل بشكل صارخ إذا ربطنا المساحة في علاقة مع كل من متوسط إنتاجية الدونم من الحبوب والفواكه، حيث تبدو في الأولى عكسية (-0,51)، وفي الثانية طردية (+0,54)، وتقودنا هذه المؤشرات وخاصة العلاقة العكسية إلى الإقرار بأن التوسع الأفقي لا يلقي الضوء على أي توسع رأسي يخص الحبوب، ولهذا نؤكد على أن متوسط إنتاجية الحبوب لا تعتمد على المساحة بقدر ما تتأثر بالظروف الطبيعية من حرارة وأمطار ونوع التربة، كثرة البحر المتوسط والتربة السوداء في أوكرانيا.

ثانياً: النباتات الطبيعي في قطر: Natural Vegetation of Qatar

اهتمت الدراسات في الآونة الأخيرة، وخاصة منذ السبعينيات بعلوم البيئة أو الإيكولوجي Ecology، فوضع الدارسون لها تعريفات جمة، وعبروا عنها بمفاهيم عديدة، إلا أنها بالمختصر المفيد العلاقة المتبادلة بين الكائن والمكان وما يتميز به من ظروف يعيش في ظلها هذا الكائن وتحيط به، وانطلاقاً من هذا المفهوم نحاول أن نستعين بعلم البيئة النباتية Plant Ecology في إلقاء الضوء على حياة النباتات الطبيعية في قطر من حيث:

١- العوامل البيئية ومدى تأثيرها على حياة النبات في قطر.

٢- تصنيف وتوزيع النبات الطبيعي في قطر.

٣- خصائص النبات الطبيعي في قطر.

١- العوامل البيئية ومدى تأثيرها على حياة النبات في قطر:

تتأثر حياة النبات في قطر بمجموعة عوامل بيئية يمكن تقسيمها إلى:

(أ) العوامل البيئية الطبيعية. (ب) العوامل البيئية البشرية.

(أ) العوامل البيئية الطبيعية:

وقد تم تقصي أهم العوامل البيئية الطبيعية، نحاول تصنيفها كالتالي:

١- عامل التضاريس. ٢- عامل المناخ. ٣- عامل التربة.

١- عامل التضاريس:

على الرغم من تواضع التضاريس في شبه جزيرة قطر، وضآلة فروق التضاريس المحلي، إلا أن سطح الأرض في قطر يعج بالعديد من الظواهر الجيومورفولوجية، ولهذه الخصائص آثار طويلة المدى على تمايز واختلاف الغطاء النباتي نوعا وكثافة وتوزيعا، وليس بالضرورة أن تكون علاقة التأثير مباشرة، وإنما قد تتمثل عبر تأثيرات لها على مكونات وخصائص عناصر البيئة الأخرى، فآثر التضاريس رغم مجهريتها في بعض الأحيان يظهر بوضوح في خصائص التربة وصفاتها، وفي المناخات المحلية وموارد المياه ورطوبة الأرض، فالهضاب والتلال والحزوم تتأثر بدرجة أكبر بعوامل النحت والتعرية الهوائية والسيلية من الأحواض المغلقة والمفتوحة والمناقع، فالأولى تفتقر إلى ما يمكن أن نطلق عليه تربة، وإنما عبارة عن بقايا حصى وجلاميد صخرية قلما ينبت فيها أي نوع من النبات إلا إذا سنحت الفرصة لنمو بعضها في أماكن تواجد طبقات رقيقة من تربة تحتفظ بشيء من الرطوبة بين المخلفات الصخرية.

ولما كانت بعض صفات التربة (راجع الخصائص من ص ٣٩٩-٤١٠) كعمق القطاع الراسي أو ضحولته يتأثر بتغير التضاريس، فإن التربة ذات القطاع الراسي العميق تحتفظ بالرطوبة لمدة طويلة Permanent Wet Layers، وبالتالي يكسوها غطاء يتميز بكثافته نوعا ما عن الأماكن ذات التربة الضحلة؛ لأن الأخيرة سرعان ما تبخر مياهها بحكم سطحيته، فتجف التربة تحت وطأة الظروف الصحراوية، وبالتالي تفتقر إلى أي كساء نباتي.



ومن بين خصائص التربة التي تتأثر بنوع التضاريس قوامها (خشن الذرات وناعمها)، ولهذه الصفات علاقة بتماسك الذرات وتفككها، ومن ثم ترتبط بها رطوبة التربة واحتفاظها بالمياه أو إنفاذها لها، فالتربة ذات القوام الخشن أقل احتفاظا بالمياه من التربة ذات القوام الناعم، والتربة المتماسكة (الصلدة) لا تسمح بنفاذ المياه بين ذراتها، بعكس التربة مفككة الذرات وغير المتماسكة، هذه العوامل تؤثر بشكل إفرادي أو مجتمع في نمو النباتات وتحدد توزيعها، فالنبات الحولي الذي يخضع لفرص الأمطار الشتوية تحتضنه التربة الضحلة، وسرعان ما يذوي وتذروه الرياح إذا حل فصل الجفاف الطويل، في حين تعمر النباتات التي تنفذ جذورها بحثا عن الرطوبة في التربة العميقة وتستفيد منها.

٢- عامل المناخ:

يعتبر المناخ من أهم العوامل التي تؤثر في شكل الغطاء النباتي وتوزيعه، وينسجم هذا مع العلاقة الوثيقة بين كل من الجغرافيا المناخية والنباتية، على أن المناخ لا يعمل وحده في هذا الميدان، بل يفرض مؤثراته بالتعاون مع بقية العوامل، كما أنه يقوم - بحكم تأثيره على التربة - بدور غير مباشر في تنويع الكساء النباتي وتوزيعه من مكان إلى آخر، وسنكتفي في هذه المعالجة بالتركيز على عناصره المتمثلة في الأمطار والحرارة والرطوبة النسبية والتبخر.

(٢/١) الأمطار:

بعد دراسة المناخ وخصائصه في قطر تبين أنها تنتمي لمناطق الجذب الصحراوي، وأن ظروف الجذب (الجفاف) ترتبط بعاملين أساسيين هما المطر ونسبة الرطوبة، وليست العبرة بكمية الأمطار الساقطة ولكن بقيمتها الفعلية، ويتوقف ذلك على مقدار الفاقد من هذه المياه عن طريق التبخر والتسرب، أو على توزع المطر الفصلي، إذ كلما توافرت المياه في أي منطقة كان ذلك أدعى إلى ظهور حياة نباتية غنية، ويكفي لترجمة ذلك أن نضع في الاعتبار موسم نمو النبات والأمطار المؤثرة فيه، فموسم النمو يقع في الفترة ما بين سبتمبر من أي عام وأغسطس من العام الذي يليه، وبالتالي ينبغي للوقوف على أثر الأمطار أن نتبع في حسابنا لكمية الأمطار نظام الفترات وليست السنوات.

ومن خصائص الأمطار أنها تسقط في أشهر معدودات تمتد من أكتوبر إلى مايو من العام التالي، ولعل أمطار ما بعد أكتوبر وقبل إبريل ومايو أكثر تأثيراً في حياة النبات مما سواها لأن كمية الفاقد بالتبخر تتناقص وبالتالي تتزايد رطوبة التربة، والعكس في حالة ارتفاع كمية التبخر وجفاف التربة، كما أن الزخات الشديدة التي تسقط في فترات مبكرة لها آثارها على الحياة النباتية وخاصة المعمر منها، فنبات الحمض (كمال البتانوني، ١٩٨٦، ص ٧٧) كالرمث والشعران والسويد والخريزة تزهر في الفترات المبكرة (الخريف) مستفيدة من قيمة الرخات الفعلية.

والأمطار في قطر تتميز بتفاوت كمياتها زمنياً (من شهر لآخر وسنة لآخرى) (راجع فصل المناخ)، بقدر ما تتفاوت مكانياً، ولهذا أثره ليس فقط على حياة النبات الطبيعي، بل على النشاط الزراعي، كما ينعكس تفاوتها مكانياً على توزيع النباتات وكثافتها، فالشمال القطري كثير في أمطاره غني في أشجاره، والعكس يحدث في الجنوب القطري، ولعل شدة الأمطار التي تسقط في رخة واحدة نتيجة العواصف الرعدية - قد تستغرق بضع دقائق - تزيد على المتوسط السنوي، هذه الكمية - رغم قلة الأمطار عموماً وعدم انتظامها - تشكل مصدراً أساسياً لرطوبة التربة والمياه الجوفية، لذا نرى كثيراً من الأماكن وقد تغطت - بعد استقبالها للأمطار العواصف - ببساط أخضر من النباتات الطبيعية وخاصة الحولية منها.

فقلة الأمطار أو نقصها وعدم انتظامها وطول فصل الجفاف مدعاة لإفراز أنواع نباتية تتميز بصفات تساعد على تحمل فترات الجفاف، وقسوة المناخ، كأن تنفض أوراقها كنبات العرفج Arfag الذي يتخلص من أوراقه في فصل الصيف الطويل، كي يحافظ على ما اختزنه من مياه طيلة فترة الجفاف فيتوقف عن النمو، ثم ما تلبث هذه البادرات أن تتجدد وتزدهر إثر سقوط الأمطار في فصل الشتاء، وبعضها قد تكون أوراقه إبرية صغيرة مغطاة بطبقة شمعية تقلل من عملية النتح، ومثالها أشجار السدر.

(ب/ ٢) درجات الحرارة:

من المسلم به أن النباتات تنمو في حدود حرارية معينة، هذه الحدود تختلف من نوع نباتي إلى آخر، فلكل نبات حد أدنى وحد أعلى وحد أمثل من الحرارة



لنموه، وهو ما يطلق عليه درجات الحرارة الحدية Cardinal Temperature، ويتفاوت ذلك تبعا لنوع النبات والمنطقة التي ينمو فيها، فالنباتات في قطر تزداد حاجتها إلى الماء في فصل الجفاف الطويل، ولذا ترتبط بآثار المطر لا بكمياته، وإذا كانت النتائج التي استخلصناها من دراسة المناخ قد أوضحت مدى تفاوت درجات الحرارة التي تصل إلى أكثر من (٤٠) مئوية في الظل بين الصيف والشتاء، ويعني هذا أن عملية رصد درجات الحرارة لا تلقي بالا لآثار الإشعاع الشمسي المباشر، وحتى لآثار الإشعاع المرتد من سطح الأرض والذي يعمل بدوره على تسخين الهواء الملاصق للسطح والمحيط بالنباتات، من هنا نستشرف ما قد تتعرض له النباتات من حرارة أعلى بكثير مما تم رصده.

وأن الفروقات الحرارية بين الصيف والشتاء تبدو عظيمة، وكفيينا في هذا المقام أن نعرض لمدى التفاوت بين الليل والنهار، فمتوسط درجات الحرارة في الصيف (يوليو ١٩٩٢) -مثلا- تتراوح في محطة العظورية بين (٢٧,٥ و ٤٠,٩) مئوية، وفي فصل الشتاء (يناير ١٩٩٢) بلغت بين (١٠,١ و ١٧,٧) مئوية، كما أن صفاء الجو في معظم شهور السنة يزيد من فترات سطوع الشمس، فترتفع معها حرارة سطح الحماة الصحراوية في النهار وتنخفض في الليل، وتبعا لذلك تزيد درجة حرارة سطح الأرض على درجة حرارة الهواء بحوالي (٢٠) مئوية، ويقودنا هذا إلى الوقوف على مدى التفاوت في درجات حرارة التربة، وهو على سطح التربة كبير بين الليل والنهار، مقارنة بدرجة حرارة الهواء، ولكنه يقل كلما ازداد العمق، فدرجة حرارة سطح التربة قد يصل إلى (٥٠) مئوية أو أكثر في شهر يوليو، تبلغ على عمق (٥) سم حوالي (٤٦) مئوية، في حين تقدر على عمق (٥٠) سم بحوالي (٣٤) مئوية، ولهذا التفاوت الكبير أثره على الفاقد من المياه عن طريق التبخر، ودوره في حياة النباتات الزاحفة منها وخاصة الحنظل (الشري Citrus Colosynthis (Sherry، إلا أن الحياة النباتية الصحراوية تتحمل شدة الجفاف وارتفاع درجات الحرارة، ونادرا ما يسبب ارتفاع درجات الحرارة موتا مباشرا للنبات، ولكن النقص في المياه أو الزيادة في عمليات التتحطام عاملان يؤديان إلى موته.



(جـ/ ٢) النقص في درجة التشبع:

(Vapour Pressure Deficit V.P.D. : ضغط بخار الماء)

وهو كما ذكر (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٩٤) يفضل التعبير به عن الرطوبة الجوية؛ لأن قيمه الرقمية تعطي صورة صادقة عن حالة الرطوبة في الجو، وعن أثرها في حياة النبات، وتعتبر - علاوة على ذلك - مباشرة عن حالة الرطوبة في الجو بغض النظر عن معرفة درجة الحرارة، وتفصح عن إمكانية الجو وقدرته على عملية التبخر، فحياة النبات وتوزيع أنواعها يرتبطان بمقدار النقص في درجة التشبع أكثر من ارتباطهما بالرطوبة النسبية.

والجدول التالي يوضح بعض قيم عناصر المناخ ذات العلاقة «لمحطة العظورية»:

جدول رقم (٥-١٠) (*)

تسجيلات درجات الحرارة وضغط بخار الماء والرطوبة النسبية والتبخر (١٩٩٢)

الشهر	درجات الحرارة مئوية	ضغط بخار الماء مليبار	الرطوبة النسبية %	التبخر مم
يناير	١٣,٥	١٠,٢	٦٦	٤
فبراير	١٥,١	١٢,٦	٧٤	٤,٦
مارس	١٧,٥	١١,٣	٥٨	٦,١
إبريل	٢٤,٥	١٢,٢	٤٤	٩,١
مايو	٣٢,٠	١٤,٣	٣٤	١١,٩
يونيو	٣٤,٦	١٥,٤	٣٣	١٤,٢
يوليو	٣٤,١	١٦,٩	٣٥	١٤,١
أغسطس	٣٤,٩	١٨,٩	٣٧	١١,٦
سبتمبر	٣٢,٣	٢٠,٧	٤٦	٩,١
أكتوبر	٢٧,٥	١٦,٠	٤٥	٦,٥
نوفمبر	٢٣,٥	١٥,٦	٥٦	٤,٢
ديسمبر	١٨,٦	١٧,٧	٨٣	٣,٧
المعدل السنوي	٢٥,٧	١٥,١	٥١	٨,٣

(*) المصدر: إدارة البحوث الزراعية، الأرصاد الزراعية والمائية، ديسمبر ١٩٩٣، ص ١٨٥.

نستقي من (الجدول السابق رقم ٥-١٠) ما يلي :

١- من الممكن بمعرفة درجات الحرارة تحويل الرطوبة النسبية إلى النقص في الضغط البخاري (النقص في درجة التشبع)، حسب جداول أعدت لذلك ليس لسردها مجال هنا.

٢- تختلف قيم النقص في درجة التشبع تحت نفس الرطوبة النسبية، ويعزى ذلك إلى العلاقة الطردية بين النقص في درجة التشبع ودرجة الحرارة، بمعنى أن أي ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة قيم النقص في درجة التشبع.

٣- يلاحظ أن قيم النقص في درجة التشبع تتفاوت ما بين الصيف والشتاء، وقياسا تتفاوت بين الليل والنهار في ذات المكان كما هو الحال في محطة العنبرية، فهي منخفضة في أشهر الشتاء وخاصة المطيرة منها، وفي الليل، ومرتفعة في أشهر الصيف الجافة وفي النهار.

يقودنا هذا إلى إبراز دور الندى Dew في حياة النباتات، ويتكون الندى في أثناء الليل، نتيجة تكثف بخار الماء على سطوح باردة، كسطح التربة مثلاً، مما يعمل على زيادة رطوبتها وخاصة الطبقة السطحية منها، ومع تكرارها سرعان ما تنشط كما أوضح (البتانوني، ١٩٨٦، ص ٩٧) الأجزاء الخضرية المدفونة في التربة مكونة جذورا عرضية تمتد أفقيا وعلى أعماق محدودة كنبات الهرم الذي ينمو في منطقة دخان، علاوة على ذلك فإنه يقلل من الفاقد عن طريق التتح.

(د/٢) التبخر: Evaporation

يتبين من (الجدول رقم ٥-١٠) أن معدلات التبخر تتناسب تناسباً طردياً مع كل من درجات الحرارة وسرعة الرياح وضغط بخار الماء، وتبلغ قيمة العلاقة الدالية بين درجات الحرارة والتبخر (+٨٨، ٠)، ولكنها تقل في حالة العلاقة مع ضغط بخار الماء فتبلغ (+٦٧، ٠)، في حين يتناسب التبخر عكسياً مع الرطوبة النسبية (-٨٩، ٠)، ولعل الظروف المناخية السائدة في قطر توحى بارتفاع معدلات التبخر على مدار السنة، وهذا يعني - من جانب - الحد من القيمة الفعلية للأمطار، ويعمل - من جانب آخر - على استمرار سطح التربة في حالة جافة، كما تؤدي طاقة الجو وقدرته على التبخر إلى تزايد عمليات التتح رغم أنها عملية

فسيولوجية (البتانوني، ١٩٨٦، ص ٩٨)، كل هذه العوامل تؤثر على حياة النبات في قطر.

٣- عامل التربة:

عرفنا من دراستنا السابقة؛ للتربة عوامل تكوينها وخصائصها من حيث القوام والبنية واللون وسمك قطاعاتها وأنواعها، وتبين لنا أنها تعاني من مشكلات كثيرة انعكست آثارها على حياة النبات في قطر، تمثلت في توزيعها، وتعدد أنواعها، مع وجود بعض التشابه في الأنواع النباتية بين مكان وآخر، إلا أن هذا التشابه لا يعني بالضرورة التكرار المتواتر كليا، وإنما يمثل تعدد الأنواع ذات العائلة الواحدة، حيث يتميز بعضها بصفات لا تظهر بوضوح في البعض الآخر، إلا أنها استجابة لتحديات البيئة الطبيعية.

ومن مشكلات التربة القطرية ذات الأثر الواضح على حياة النبات:

(أ) النقص الدائم في رطوبة التربة ومحتواها من الماء اللازم لحياة النبات، نتيجة لندرة الأمطار.

(ب) افتقار قطاعاتها الرأسية - علاوة على رقة سمكها - إلى آفاق حقيقية من التربة، مما يقلل من فرص تخزين الرطوبة والمحتوى المائي، وبالتالي يؤثر على نوعية النباتات، بل ونموها وإنتاجيتها.

(ج) قوامها الخشن يساعد على التسرب السريع لمياه الأمطار القليلة عبر مسامها والفراغات المتسعة نوعا ما بين ذراتها مما يضعف من كفاءتها ويقلل من شأنها في استدراج الأنواع النباتية ونموها، أما القوام الغريني ذو الحبيبات الدقيقة فترباتها - رغم احتفاظها بالرطوبة وحملها لقدر كاف من الأيونات اللازمة لتغذية النباتات - مقاومة لاختراق الجذور، ولهذا تتفاوت أنواع النباتات وحتى كثافة الغطاء النباتي تبعا لتفاوت واختلاف قوام التربة.

(د) كان لنقص المخلفات النباتية والحيوانية أثر على نقص المواد العضوية في كل أنواع التربة القطرية، وهي بدورها تؤثر على نوعية الغطاء النباتي وكثافته.

(هـ) اتضح أن (٦٪) من مساحة قطر تمثلها تربات ملحية، علما بأن المحتوى من الأملاح في الأنواع الأخرى - بالإضافة إلى كربونات الهيدروجين - نسبة



قليلة، هذه النتائج كما ذكر (Babikir, A., 1985, p. 8) تقودنا إلى الاعتقاد بأن التفاوت في الخواص الطبيعية للتربة وثيق الصلة بالتغيرات التي تحدث للنبات من الخواص الكيميائية، مما ترك أثرا واضحا على حياة النبات، وحدد النوعية التي لها القدرة على التكيف مع هذه الخصائص.

(و) تبعا لظروف الجفاف، وتباعد النباتات، تتعرض الآفاق السطحية من التربة القطرية لعمليات التعرية بواسطة الرياح، وربما تجرفها في بعض الأحيان السيول إثر عاصفة مطيرة، أو يقوم الإنسان بهذه المهمة التي يصعب حاليا تعويضها أو حتى إعادتها إلى سابق عهدها، مما يضيف عاملا آخر مؤثرا على البيئة الطبيعية وحياة النبات فيها.

وعموما فإن توزيع النباتات ونموها وأنواعها وكثافتها لا يمكن أن نعزوه إلى عامل أو عاملين فقط، وإنما نقر في ظل الظروف الصحراوية أن علاقة المياه بالهواء والتربة عوامل رئيسة، وما سواها عوامل ثانوية، لذا نستطيع أن نقرر بأن رطوبة التربة القطرية التي تعتبر كما أشار (Babikir, A., 1985, p. 10) انعكاسا لقوام التربة والمناخ (المطر والتبخر) العامل الرئيس الذي يؤدي إلى الاختلافات المكانية Spatial Variations لنباتات المنخفضات الطبيعية.

(ب) العوامل البيئية البشرية:

إذا كانت الثروة المعدنية هي مصدر القوة والتصنيع والتحول الاجتماعي في مناطق إنتاجها، فإن البترول وهو أحد عناصر هذه الثروة عماد الحياة الاقتصادية والاجتماعية وما ينجم عنها من تغيرات، انعكست آثارها على التركيب السكاني والأنشطة الاقتصادية البشرية، كل هذه الخصائص طبعت العلاقة بين الإنسان في قطر ومكونات بيئته ببصمات يمكن أن نقف عليها من دراسة التالي:

- ١- النمو السكاني.
- ٢- التنمية الصناعية.
- ٣- تزايد استخدام المبيدات.
- ٤- تزايد أعداد السيارات.
- ٥- شق الطرق وتعييدها ورصفها.
- ٦- إنشاء الحدائق.

١- النمو السكاني:

إذا كانت العوامل الجغرافية الطبيعية في قطر قد تحكمت قبل ظهور البترول في توزيع السكان، وفرضت عليهم أنماطا معينة، فإن البترول كمورد طبيعي رئيسي لم تتوازن مساهمته في هذا التوزيع مع حجم إمكانياته، وإنما انصب دوره على النمو السكاني، سواء أكان هذا النمو طبيعيا (مواليد - وفيات) أم عن طريق العمالة الوافدة، فقد ازداد عدد السكان من (١١١١٣٣) نسمة عام ١٩٧٠م إلى حوالي (٥٣٢٧١٩) نسمة تقديرات منتصف عام ١٩٩٢م، أي أن الزيادة بلغت (٣,٨) ضعف عددهم خلال (٢٢) عاما، ومقارنة مع تعداد ١٩٨٦، فإن النمو السكاني بلغت نسبته خلال (٦) سنوات حوالي (٣,٤٤٪).

وهي مؤشرات تفصح عن النمو المتواصل لعدد الوافدين، هؤلاء الوافدون من شرق وجنوب شرق آسيا عبارة عن خليط غير متجانس له العديد - رغم مساهمته في التنمية - من السلبيات أهمها: التأثير على السلوك الاجتماعي للأفراد الذين يعيشونهم، نقل أنواع معينة من الأمراض الصحية والاجتماعية، الضغط المتزايد على مصادر المياه، مشكلات النفايات والفضلات والتلوث بأنواعه، أضف إلى ذلك مشكلات تتعلق بالسكن وما يحتاجه من هدر لمساحات كبيرة من عناصر البيئة كالنبات مثلا.

٢- التنمية الصناعية:

حققت دولة قطر في فترة الرخاء النفطي إنجازات كثيرة لتوسيع القاعدة الإنتاجية وتقليص حجم الاعتماد على المصدر الوحيد غير المتجدد، وبالتالي بناء اقتصاد متوازن يستطيع الصمود أمام التقلبات الاقتصادية الدولية، والتنمية الصناعية طريق أمثل ووسيلة نحو تطور المجتمع والتغلب على مشكلاته، ومعرفة ذاته، فعمدت إلى إنشاء العديد من الصناعات أهمها تسيل الغاز الطبيعي، والأسمدة الكيماوية، والبتروكيماويات، والحديد والصلب، والأسمنت، والمنظفات بأنواعها، ومناشط أخرى تتمثل في المحاجر والمناجم، والسماد العضوي.

وما لا شك فيه أن لكل صناعة دورها في التنمية، ولكن لا يفوتنا أن نشير - ما دمنا نبحث عن التنمية المتوازنة - إلى آثارها السلبية على البيئة، فالصناعات



لها إفرازاتها وفضلاتها كثاني أكسيد الكربون، ومواد قد لا تستوعبها عناصر البيئة أو تحللها فتتكاثر وتتراكد، ومن ثم تشكل عبئا على البيئة وملوثا لها، والنفايات والمخلفات تمارس دورها في الإخلال بعناصر البيئة ونظمها، وما دامت الحياة النباتية عنصرا بيئيا يتأثر بطريق مباشر أو غير مباشر بهذه الملوثات، فإن على المشرعين والمخططين أن يضعوا في حساباتهم حدود التأثير البيئي، وبدائل الضبط الذاتي لها.

٣- تزايد استخدام المبيدات:

من واقع الجداول والإحصاءات التي تنشرها إدارة البحوث الزراعية والمائية، تبين أن المبيدات الزراعية المورعة كالميثاك والإكراثين والدائمكرون والملاثيون وغيرها، قد تزايدت كمياتها من (١١١٣٦) لترا في عام ١٩٩١ إلى (٢١٧٦١) لترا عام ١٩٩٢، وينسحب هذا على عدد آخر من المبيدات، ولعله أمر طبيعي لمواكبة التنمية الزراعية، بيد أن الإفراط في استخدامه واستعماله له عواقبه الضارة، إذ ربما تكتسب الحشرات والديدان والآفات المستهدفة مناعة تحصنها من آثاره، في حين أن ما ينفع المزروعات والنباتات يتم القضاء عليها، أضف إليها انعكاساته السلبية مباشرة كانت أو غير مباشرة، على كل من حياة الإنسان والحيوان.

٤- تزايد أعداد السيارات:

اتضح من بيانات (الجهاز المركزي للإحصاء، العدد ١٣، يوليو ١٩٩٣، ص ٣٧١) أن عدد المركبات والسيارات يتزايد بشكل يتفق والتطور الاقتصادي والاجتماعي، ففي عام ١٩٨٨ بلغ عددها (١٥٤٩٦٣)، أصبح المسجل منها عام ١٩٩٢ (١٩٢٨٤٨)، بزيادة قدرها (٢٤,٥٪) خلال خمس سنوات، ورغم أن وسائل المواصلات والنقل أضحت من ضرورات الحياة، إلا أن لها من المثلث والسلبات والمضار إذا ما أسيء استخدامها الكثير، وخاصة على الحياة النباتية في قطر، وعلى تدهور التربة وتعريتها علما بأن برّ قطر أصبح معروفا ومألوفاً لدى الكثير، وهناك سباق السيارات الذي يساهم - بغض النظر عن منافعه المؤقتة - في إتلاف الغطاء النباتي ويعمل على تفكك التربة السطحية وتركها سائبة تذروها الرياح، دون أن نضع في حساباتنا: كم من آلاف السنين تم تجمعها وبنائها؟،

وكم هي ضرورية لحياة النبات؟، وتعني تعريضها وتدهورها أن كمية الأمطار التي تستقبلها قطر تفقد كفاءتها وفعاليتها.

٥- شق الطرق وتعييدها ورصفها:

تميزت فترة ما بعد البترول بشق وإنشاء العديد من الطرق، فنظرة إلى خريطة قطر، يتبين أن الطرق سواء المرصوف منها أو المعبد تتوزع على جميع أنحاء الدولة إنطلاقاً من الدوحة التي تمثل عقدة المواصلات، ومن البديهي أن يرتبط إنشاء الطرق وتعييدها بعملية التنمية، ولكن لنعلم أن لهذا آثاره على حياة النباتات الطبيعية إذ لا تقتصر إزالة الغطاء النباتي على المساحة المخصصة للطريق، وإنما تستخدم وتستغل مساحات أخرى على جوانب الطريق قد تصل في عرضها إلى مترين أو ثلاثة أمتار وعلى طول الطريق.

٦- إنشاء الحدائق:

أدت الطفرة العمرانية في الآونة الأخيرة إلى إنشاء العديد من الحدائق الخاصة منها والعامّة، ويستدعي هذا الأمر جلب كمّيات من التربة المتوافرة محلياً في أراضي الروضات، ولعل استنزاف هذا الكم من التربة له توابعه وخطورته، ليس فقط على تفرغ الروضات من محتواها من التربة، وإنما له جوانبه السلبية على مصادر المياه، وعلى حرمان أنواع عديدة من الأشجار والشجيرات والأعشاب من أن تنمو أو حتى تعيش في ظل تربة محدودة الخصائص كترتبات قطر، بل وربما تنمو شجيرات ضررها أكثر من نفعها كأشجار الهرم، وقد استدركت الدولة خطورة جرف التربة وما يترتب عليها من نتائج، فعمدت الدولة إلى استصدار بعض التشريعات ذات العلاقة بحماية البيئة وموارد البلاد الطبيعية، إيماناً منها بصعوبة تعويضها، وحرصاً منها على توفير بيئة ينعم فيها كل من يعيش على تراثها، ويتنسم من هوائها، ويرتوي من مائها، ويتفياً ظلال أشجارها.

٢- تصنيف وتوزيع النبات الطبيعي في قطر:

تشتمل الأنواع النباتية في قطر كما ذكر (Obied, M., 1975, P. 7) على أكثر من (٢١١) نوعاً Species، تمثل في حقيقة الأمر (١٥٦) جنساً Genera، تطوي



جميعها تحت (٤٦) عائلة نباتية Family، إلا أن الدراسة التي قام بها (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ١٢٤) تشير إلى وجود (٣٠٢) نوعا من النباتات، تدرج في عدد من الأجناس يبلغ حوالي (٢٠٧)، وهي جميعا تنظم في (٥٦) فصيلة، وهو أمر ليس غريبا أن تتباين الأنواع أو تتفاوت الأجناس، أو تختلف العائلات؛ لأن الفترتين التي رصدت فيهما هذه الأنواع، بينهما فاصل زمني يبلغ في حدود (١١) عاما، وهي مدة كافية بأن تظهر في أثنائها أنواع جديدة لم يتم رصدها من قبل، أو أنها دخلت حديثا إلى قطر.

ومهما اختلفت التصنيفات، فإننا ندرك عظم الفائدة التي نلجئها إذا تمت دراسة النباتات في قطر من خلال التوزيع المكاني لمجموعاتها، باستثناء مجموعتين من النباتات الطبيعية، لم نتبع في معالجتهما ذات المنهج، بل نحونا منحى يتفق مع أنواعهما، لأنهما يتشاران في كثير من مناطق قطر.

ولعل هذا الاتجاه يقودنا إلى التعرف على الخصائص النباتية لكل نطاق، بالإضافة إلى خصائصه المناخية، وأنواع التربة التي تنمو فيها مختلف النباتات؛ لأنها تختلف من بقعة إلى أخرى تبعا لاختلاف طبيعة سطح الأرض الذي يكون في كثير من جهات قطر صخوريا، وفي بعضها مغطى بفرشات وخيوط وكشبان رملية، أو تكسوه في أحيان أخرى طبقات من الحصى والزلط، فالجبهات الصخرية والحصوية، علاوة على مناطق السبخات، أفقر مناطق قطر في نباتاتها الطبيعية، بينما تظهر أصلح المواضع لنمو النباتات في المناطق التي ينخفض مستوى سطحها عما جاورها، حيث تنحدر إليها مياه الأمطار الفائضة في فصل الشتاء القصير، وغالبا ما تتكون تربتها من المواد الطينية والسلتية والرملية التي جلبتها الجداول والمسل المائية من الحزوم المجاورة، وعلى هذا الأساس يمكن تحديد ستة أنماط من المجموعات النباتية، وهي:

(أ) مجموعة نباتات مناطق السبخات الساحلية:

Coastal Land Sabkha Community Types

تشغل مناطق السبخات - كما ذكرنا سابقا - حوالي (٦٪) من مساحة قطر، ويميزها سطح مستو، ومناسيب تتراوح ما بين مستوى سطح البحر عند الهوامش،



و (-٥) أمتار دون مستوى سطح البحر، وتوصف ترباتها بأنها ملحية رطبة، ذات تصريف رديء Bad Drainage، وكثيرا ما تتعرض لطغيان مياه البحر في أثناء فترات المد العالي High Tide، ويقترب مستوى المياه الباطنية بشكل واضح من سطح الأرض فيها، واستجابة لطبيعة هذه البيئة وخصائصها، تنمو نباتات ذات مواصفات معينة تساعد على تحمل ملوحة التربة، وهي نباتات عشبية دائمة النمو Perennial، يبلغ ارتفاعها حوالي (نصف) متر، أوراقها خضراء، تختلط معها أنواع متشابهة تتجدد حياتها كل عام Annual، كالحميض Humied الذي ينتمي لعائلة Polygonaceae تحت نوع Rumex Vesicarius، ولا يستفاد منها في الوقود، إلا أنها تستخدم كأعشاب ترعاها الإبل، وفيما يلي بعض الأنواع التي تنضوي تحت عشائر النباتات الملحية الساحلية Halophytic Coastal Communities وتتضمن النباتات القطرية (٢٥) نوعا من النباتات الملحية Halophytes، يسود بعضها عشائر نباتية، ويمكن تمييز (٩) عشائر نباتية يغلب عليها نباتات ملحية مختلفة نجلدها على النحو التالي:

الاسم المحلي	الاسم العلمي	مناطق توزيعها
(١) القرم Qerm	Avicennia	سبخات الدخيرة.
(٢) القلام Qullam	Arthrocnemum glaucum	سبخات شمال قطر
منها الذنون القطف	Cistanche phalypara	
(٣) الثيلوث Thayluth	Limonium axillare	البيئة الساحلية الأقل تعرضا لمياه البحر.
(٤) الخريز Khoreiz	Halocnemum strobilaceum	ساحل خليج سلوى وخاصة نطاق الخزوم.
(٥) السويد (جرم) Girm	Halopeplis perfoliata	قرب أبو سمرة ترافقه نباتات العكرش والخريط.
(٦) القطف Cataf	Suaeda vermiculata	جنوب غرب قطر (قرب أبو سمرة).
(٧) العكرش Ikrish	Limonium axillare	السبخات الساحلية.
(٨) الحمض Himd	Aeluropus lagopoides	قرب السبخات الساحلية ترافقه نباتات الهرم والقطف والسويد والرمت والثندة وأم وجع الكبد
(٩) الهالوبيرم	Anabasis setifera (الشعيران)	جنوب غرب قطر وخاصة ساحل خليج سلوى.
(١٠) إسبوربولس	Halopyrum mucronatum	السبخات الملحية الساحلية والداحلية، ومجاري المسيل.
	Sporobolus arabicus	

(ب) مجموعة نباتات الأراضي الرملية الساحلية:

Coastal Land Sand Community Types

تغطي الرمال بأنماطها المختلفة وتوزيعها المكاني المتباين (٣٪) من مساحة قطر، وتتركز بصفة خاصة على طول السواحل القطرية والجزء الجنوبي منها، وهي رمال كلسية، خشنة القوام، تحتوي على بقايا حيوانات وقواقع بحرية، ويبلغ سمك قطاعها بين (١٢٠-١٥٠) سم.

تتميز الرواسب الرملية الساحلية بالملوحة، وباحتوائها على نسبة من كربونات الكالسيوم تتراوح ما بين (١٢,١ و ٢١,٤٪) لذا تنوعت الحياة النباتية الطبيعية في هذا النطاق، فنلاحظ أن المناطق الساحلية ذات السطح المستوي تنمو فيها نباتات صحراوية تتمثل في الرشا (الشدة) *Cyperus conglomeratus v. effusus*، وهي من النباتات الحولية، ونوع من أنواع الحلفا، ومن خصائصها أنها تنمو في تربة تقل فيها نسبة تركيز الأملاح، كما تمتد جذورها وتتعمق في التربة نحو من مترين (محمد متولي، ١٩٧٠، ص ١٦٠)، وتختلط معها أنواع كثيرة منها:

الاسم المحلي	الاسم العلمي
ملح Melleih	<i>Arnebia hispidissima</i> (Lehm) De
غبشة Ghabsha	<i>Moltkioposis ciliata</i> (Forssk.) Johnst
حواء Hawa	<i>Launaea undicaulis</i> (L.) Hook. f.
جثجات Githjath	<i>Pulicaria crispa</i> (Forssk.) et. Hook. f.
صخب Sakhbar	<i>Sporobolus spicatus</i>
الثمام Thumam	<i>Panicum turgidum</i> Forssk.
جعد Gaad	<i>Teucrium pilosum</i> (Decene) Asch. and Schwinf.

وتنمو في السهول الرملية الساحلية المتموجة أنواع من النباتات يطلق الأهالي عليها اسم قطف Qataf وتعرف عالميا باسم *Limonium axillare* (Forssk.) Ktze. تختلط معها أنواع من الشدة Thunda والهرم Harm والذانون (الذونون) Danon ويقابل الاسم العلمي *Cistanche phelypaea* (L.) Cout. وفي الداخل تأخذ المنطقة الرملية في الارتفاع، بحيث يختلف الوضع عما كان عليه بجوار الشاطئ،

إذ ينمو نبات الثمام Thumam في الأراضي التي تعلو مناسيبها بنحو (٣٠) م عن مستوى سطح البحر، والتي تزيد نسبة الرمال في تربتها، ومعنى ذلك أن هذا النوع من الأعشاب الحولية لا يميل إلى التربات المشبعة بالمياه، أو التي تقترب فيها المياه من سطح التربة، وقد شوهدت هذه النباتات ترافقها أنواع من الصخبر Sakhbar، وهي من النباتات الصغيرة التي لا تعلو عن سطح الأرض أكثر من متر، ويستخدم للوقود، والغرز Garaz ويقابله Chyrsopogon aucheri، وهو من النباتات القزمية، بالإضافة إلى الأنواع التي يوضحها الجدول التالي:

الاسم المحلي	الاسم العلمي
رقروق Ragrog	Helianthemum lippii (L.) Pers.
مصيلمو Misailimo	Dipcadi erythracum Wlebb and Berth.
بروق Barwaq	Asphodelus fistulosus L.C. tenuifolius cav.
خيسة Khaisa	Halophyllum tuberculatum (Forssk.) A. Juss.
لوميا Lomia	Carduncellus ericocephalus Boiss
قريطة Goreita	Plantage ciliata Desf.

ولهذه النباتات أهميتها كمراع صحراوية فقيرة، تقتات عليها مجموعات الإبل الهائمة في قلب الصحراء القطرية، وغذاء لقطعان الماعز محدودة الأعداد، فضلا عن بعضها التي يأكلها الأهالي كالمصيلمو.

(ج) مجموعة نباتات الكثبان الرملية: Sand-dunes Community Type

تتكون هذه المناطق من رمال كوارتزية خشنة الحبيبات، تساعد على تسرب مياه الأمطار بسرعة، لذا تفتقر إلى الحياة النباتية، ومع ذلك قد تنمو بعض النباتات على قرنيّ الكثيب كالثمام *Panicum turgidum* Forssk، والرشا *Cyperus conglomeratus* v. *effusus*، وهي نباتات كالحبوب ذات رائحة جميلة، والجمال هو الحيوان الوحيد الذي يقوم برعيها، بينما ينمو نبات الهرم Harm أمام الصباب، وبين قرني الكثيب، فوق أرض الحماد التي لا تخلو - بحكم موقعها - من الرمال التي تتخلل الحصى والحصاء.



(د) مجموعة نباتات الروضات: Rodha Community Type

يرصع سطح شبه جزيرة قطر العديد من الروضات، وهي عبارة عن أحواض مغلقة أو مفتوحة من إحدى جهاتها، تنصرف إليها مياه الأمطار بحكم انخفاضها عما جاورها من أراضٍ وحزوم، مما أتاح الفرصة أمام الرواسب الطينية والسلتية والرملية بالتجمع داخلها، منقولة من الأكمات Hillocks التي تبدو متغضنة في رواب تطوق هوامشها، ولا تقتصر مجموعة الروضات المتناثرة في جميع أنحاء قطر على كونها مناطق زراعية فحسب، بل تعتبر موطنًا رئيسًا للنباتات الطبيعية الصحراوية لتوافر شروط نموها، وتمثل هذه النباتات في مجموعة الأعشاب والشجيرات العصرية المعمة منها والحولية مثل: *Ziziphus nummularia* (Burn. f.) Weight et. am. وهو نوع من نباتات السدر *Sidr*، وكذلك *Acaciatorchilis* (Forssk. Hayne) ويمثل نبات السمر *Samar*، بالإضافة إلى نبات العوسج *Awsaj* ويعرف عالميا باسم *Lycium shawii* Roem et. Sch.

وتختلط بالمجموعات النباتية الرئيسة السابقة أنواع متباينة من الأعشاب والشجيرات ترسم خطوطها العريضة كمية الأمطار الفصلية التي لا تتعدى بضعة ستيمترات في المتوسط، بينما تحدها تفصيلا أنواع التربة التي تتفاوت فيما بينها تفاوتًا نسبيًا (راجع فصل التربة)، وتبعًا لذلك فإن الأنواع النباتية تختلف بين الشمال والوسط والجنوب، وعلى هذا الأساس سنعرض لأقسام قطر الثلاثة حتى نقف على خصائصها النباتية والعوامل التي تشابكت وتعاونت في سبيل إبراز هذه الخصائص، ومدى كثافتها وتنوعها وتوزيعها داخل كل قسم:

١ - أعشاب وشجيرات القسم الشمالي:

تشكل تربة الروضات في شمال قطر (شمال مزرعة الحكومة) نطاقًا يمتد باتجاه الشمال الغربي، حيث تتميز بقوام دقيق نسبيًا يمثله رواسب الطين والسلت، ويقطاع رأسيًا متميز مقارنة بمثلاتها من التربة التي تغطي أرضية الروضات في الوسط والجنوب، وبأمطار تبدو أكثر غزارة وفاعلية، تمثل أحد العوامل الرئيسة التي انعكست آثارها على حياة النباتات الطبيعية، وحددت أنواعها، وتنفرد الروضات بالأنواع التالية:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Aizoon canariense L.	الجفنة (الشفتة) Chafna الحدق
Filago prolifera Pomel.	عش الغزال Ish El Ghazal
Launaea nudicaulis (L.) Hook. f.	حوا (الصيق) Hawa
Reichardia tingitana (L.) Roth.	مرار (خزام) Murrar (Khuzam)
Varthema candicans (Del.) Boiss	حويضة (لبانة) Howeimda (Libbana)
Andrachne telephoides L.	نجيل Nagel
Cynodon dactylon (L.) Pers	غرز Gharaz
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf.	(صفصوف - حميرة - Safsoof - Hemeira)
Stipagrostis plumosa v. plumosa (L.)	
Munro ex T. Andres (= Aristida plumosa)	
Ramex vesicarius L.	حميض Humeid
Scrophularia deserti Del.	رثة (عقينة) Zeita (Efma)
Zygophyllum coccineum L.	الهرم Harm (Ritreit) (وطريط)

٢- أعشاب وشجيرات وسط شبه جزيرة قطر:

يمتد هذا القسم ابتداء من جنوب مزرعة الحكومة ليضم منطقة الخور وأم صلال والمنطقة الواقعة بين «الدوحة - أم باب»، ويتميز عن سابقه بأن النباتات الطبيعية التي تنمو في رياضه أكثر احتمالا للجفاف Drought Tolerant، كما أن ترباته تقل عمقا وتزداد فيها نسبة المسفي من الرواسب الرملية، وتتمثل أنواعها الرئيسة في الجدول التالي:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Blepharis ciliaris (L.) B. L. Burrt.	شوك الصب Shoak El-dab
Aerva Javanica (Burm. f.) Spring	تويم Twaim (طرف أو الررا El Rawa)
Leptadenia pyrotechnica (Forssk.) Decne.	المرخ Marakh
Polycarpaea repens (Forssk.) Asch. & Schweinf.	مكور Makkor (قمة Qameyla)
Iflaga spicata (Forssk.) Sch. Bip.	شجرة المزة Shajarat el Ma'eeza
Launaea capitata (Spreng.) Dandy	حوا Hawa (قراء Bagr'a)
Rhanterium eppaposum Oliv.	عرفج Arfaj
Savignya parviflora (Del.) Webb ap. parl.	جرجيس Girgees (رشاد جبلي Rashad Jabali)
Zilla spinosa (Trta) prantl.	شجاء Shaja (ملة Silla)
Erodium bryoniaefolium Boiss	دعنة Dahma
Cenchrus ciliaris L.	غرز Gharaz
Stipagrostis lanata (Forssk.) De Winter	صمة - حمري Sam'a-Humri (مكة Halta)
Astragalus sieberi DC.	صمة - حمري
Astragalus tribuloides v. minutus Boiss	صمة حمري
Hippocrepis bicontorta Loisel	جيجي Giji
Trigonella anguina Del.	جيجي Giji
Asphodelus fistulosus L. v. tenuifloius cav.	بروق Barwaq (بصل إبليس Basal Iblis)
Neurada procumbens L.	السندان Saadan (لصيق Losseiq)
Plantago ciliata Desf.	القرينة Goreita
Portulaca oleracea L.	البربر Barbir (الرحلة Rigla)

٣- أعشاب وشجيرات جنوب قطر:

يطلق على هذا القسم مجازاً بالجنوب الرملي Sandy South، لأن الكثبان والفرشات والخيوط الرملية بأشكالها الجيومورفولوجية ظاهرة شائعة الانتشار فيه، وتتميز قطاعات التربة في هذا القسم بضحولتها، وتشكل من مواد كلسية تعلوها طبقات من الرمال، ويوحى ذلك إلى خلو المنطقة من الحياة النباتية، إلا أن الواقع يؤكد على ازدهارها وخاصة في الأراضي التي تتخلل الكثبان الرملية الشابتة نوعاً ما؛ لأن الكثبان الرملية تعتبر أحسن مخزن تختزن فيه مياه الأمطار الصحراوية، وأكثر النباتات انتشاراً في هذا القسم تتمثل في التالي:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Aristida meccana Hochst.	الحرش Harash (الدراري Darari)
Lasiurus hirsutus (Forssk.) Boiss.	الحرش Harash
Sporobolus spicatus (Vahl) Kunth.	الحرش Harash
Hippocrepis constricta Kunze	الحرش Harash

وهناك نباتات مشتركة بين الأقسام الثلاثة يمكن توضيحها على النحو التالي:

١ - نباتات مشتركة بين الشمال والوسط:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Glossonema edule N. E. Br.	العتره Atra (الجراوة)
Convolvulus pilosellifolius Desr. in Lam.	ملبر - حظمي Milbo-Hazmi (حاتمي Khatimi)
Citrullus colosynthesis (L.) Schrad.	الشري Sherry (حنظل Hanzal)
Cassia italica (Mill.) Lam. ex Stend.	عشرج البر Ashrag El Bar

٢ - نباتات مشتركة بين الشمال والجنوب:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
Arnebia hispidissima (Lehm.) DC.	الملح Melleih
Solerocephalus arabicus Boiss.	داهيان Dahian

٣- نباتات مشتركة بين الشمال والوسط والجنوب:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
<i>Pulicaria crispa</i> (Forssk.) Benth. et Hook. f.	الجبجات (سبت Sabat) Githjath
<i>Acacia tortilis</i> (forssk.) Hayne	السمر Samr
<i>Ziziphus nummularia</i> (Burm. f.) Weight et Arn.	السدر (النق Nabag) Sidr
<i>Lycium shawii</i> Roem. et Sch.	العوسج Awsaj
<i>Fagonia indica</i> Burm. f. (= F. Parviflora Boiss.)	العوسج Awsaj
<i>Zygophyllum simplex</i> L.	الهرم Harm (القرمل Garmal أو أم تريب Umm Threib)

(هـ) مجموعة نباتات السمر: *Acacia tortilis* Community Type

وهي إحدى مظاهر الحياة النباتية المعمرة، ومن نباتات هذه العشيرة السمر، إذ يعتبر من أهم الملامح الشائعة الانتشار، ويطبع سطح قطر بطابع مميز، فشجيرة السمر لا يزيد ارتفاعها على ثلاثة أمتار، وتنمو في مختلف التربات، عدا مناطق الرمال الساحلية والكثبان الرملية ومناطق السبخات، ويشيع انتشارها بصفة خاصة في مناطق الروضات، وتلازم في نموها قنوات المياه الصغيرة Small Water Runnels التي طبعت مجاريها فوق التربات الصخرية.

وتشاهد شجيرات السمر في عائلات متماثلة ونقية Pure Stands حيث تتجمع مع بعضها في معزل عن بقية النباتات الأخرى في الجنوب القطري، أو قد تختلط مع نباتات السدر والعوسج، وهو نمط من الأشجار يتميز بأحجامه وأشكاله المختلفة، بحيث يعكس أثر كل من البيئتين الطبيعية والحيوية Natural and Biotic Factors فالروضات التي تشغلها شجيرات السمر في شمال قطر، خشنة القوام، تتميز بضخامة قطاعاتها الرأسية، فتختلط معها في هذه البيئة نباتات أهمها: الجبجات Githjath والعوسج Awsaj والهرم Harm، فإذا ما تزايدت نسبة الرمال التي تسفيها الرياح في تربة الروضات وخاصة في القسم الجنوبي من شبه جزيرة قطر، تلازمها بالإضافة إلى العوسج والثمام Thumam أنواع نباتية منها: السعدان Sa'dan والعرفج Arfaj والعنزة Atrah و الرقوق Ragrog.

(و) مجموعة نباتات السدر: Ziziphus Numularia Community Type

يقتصر نمو أشجار هذه العشيرة على مناطق الروضات ذات التربة الفيضية العميقة والقوام الناعم مقارنة بالتوزيع الأفقي لأشجار السمر التي تنتشر على نطاق واسع في شبه الجزيرة، ومع ذلك فإن أشجار السدر تظهر أحيانا في مناطق الرواسب الصلبة والمتماسكة كمجموعات نقية، في حين تختلط بأشجار السمر والعوسج في الأجزاء الوسطى والجنوبية من قطر، وفي شمال قطر يرافقها نوع من الأعشاب النجيلية (الثيل) *Cynodon doctylon* (L.) Pers، أما النباتات التي ترافقها في الجنوب القطري فأهمها الشجاء *Zilla spinosa* (Turra) Prantl، كما تنمو في ظل أشجار السدر بعد فترة الأمطار القصيرة والعفوية مجموعات من النباتات العشبية القزمية، تكسو الأرض بيساط أخضر، سرعان ما يذبل ويتمزق، فينكشف سطح الأرض عن تربة تتعرض فيما بعد لعمليات التقشر والتشقق.

ومن أهم النباتات الملازمة لعشيرة السدر - إضافة إلى ما سبق - ما يلي:

الاسم العلمي	الاسم المحلي أو العربي
<i>Capparis aegyptia</i> Lam.	الشفلح (Shoek el-homaar) (شوك الحمار)
<i>Ephedra ciliata</i> Fisch. et Mey ex C A. Mey	المعد 'Ald
<i>Corchorus depressus</i> (L.) Christens.	الملوخية البرية Molokhiat el-bar
<i>Ochradenus baccatus</i> Del.	القرضي Qordi (ملندر) 'Alandra
<i>Convolvulus pilosellifolius</i> Desr. in Lam	خاتمي Khatimi (ملبو - حطمي) (Milbo-Hazmi)
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	الصمعة - حمري Sama'-Himri
<i>Trigonella stellata</i> Forssk.	الحلبة البرية Hilba-barria
<i>Trigonella hamosa</i> L.	الحلبة البرية Hilba-barria
<i>Spergularia diandra</i> (Guss.) Boiss.	أم ثريب Umm Thraib (تليقة) (Qelaiqelah)
<i>Sisymbrium erysimoides</i> Desf.	ثواط Thowwaat

٣- خصائص النباتات الطبيعية في قطر:

تبين لنا من دراسة العوامل التي تؤثر في توزيع النبات الطبيعي في قطر أهم المشكلات التي تعاني منها هذه النباتات وحجمها، ولعل نقص الماء في التربة وارتفاع درجات الحرارة وما يترتب عليها من عوامل أخرى مباشرة أو غير مباشرة

لُبُّ المشكلة، لذا أنعم الله على النباتات الصحراوية وميزها عن غيرها بصفات وخصائص معينة تستطيع من خلالها التكيف Modify مع قارية المناخ وقسوته، ومع نقص الأمطار Insufficient ورطوبة التربة.

ويتمثل تكيف النباتات وملاءمتها لهذه الظروف في صفات شكلية ظاهرية، وفي صفات تشريحية (تركيبية النبات الداخلية)، أو صفات فسيولوجية (أي في مدى استجابة العمليات الحيوية للظروف البيئية، أو صفات سلوكية تجاه هذه الظروف (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٧٣)، فقد يضرب بعضها بجذوره في الأعماق ليصل إلى مستوى المياه الباطنية، أو قد تشغل بيئات موضعية كأن تتخيز تورع الشقوق فتلازمها أو تحتمي بالكتل الصخرية وجلاميدها كالطحالب، وقد تتحور - في بعض النباتات - أوراقها فتصبح إبرية أو شوكية مغطاة بطبقة شمعية فتقلل من عملية التتح.

وعلى العموم فإن أهم ما يميز البيئة الطبيعية في قطر، أن كمية الأمطار الساقطة عليها ليست كافية إلا لنمو بعض الأعشاب والشجيرات القصيرة Shurbs، والنباتات الشوكية السميكة الساق والأوراق، وهي صفات وخصائص تتحایل بواسطتها على ظروف الجفاف الشديد، لذا نعتت بالجفافيات Xerophytes، ولا يتعدى معظمها في ارتفاعه مترين أو ثلاثة أمتار، وعلى ضوء ذلك يمكن التمييز بين الأنواع الثلاثة الآتية:

نباتات تتحمل التجفيف، نباتات وأعشاب بحولية، نباتات دائمة.

(١) نباتات تتحمل التجفيف: Desiccation Tolerant Plants

وهي نباتات كما ذكرها (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٧٥، ٢٧٦) تفقد ما تحتويه من ماء وتعرض لعملية تجفيف، ومع ذلك تستعيد حيويتها ونشاطها في حالة توافر الماء؛ لأن البروتوبلازم ما زال حيا، ومن أنواعها الأشن Lichens، وهي كائنات تتوافر لها خصائص وصفات الطحالب والفطريات الصحراوية، فقد تنمو بحكم تحملها للتجفيف على سطوح الصخور، بيد أن معدلات نموها تكون محدودة ويتوقف بمجرد توقف التمثيل الضوئي، إلا أن هذه العملية الحيوية تبلغ ذروتها عندما يكون الضوء ضعيفا، وذلك قبل بزوغ الشمس،



حيث يكون الجو رطباً، فإذا بلغت الرطوبة النسبية أكثر من (٨٠٪) استفادت هذه النباتات من الرطوبة الجوية ودبت فيها الحياة من جديد.

(ب) النباتات والأعشاب الحولية: Annual Plants

قد يتبادر إلى الأذهان أن أراضي قطر الصحراوية ترادف الخلو من النباتات الطبيعية، ولكن الأراضي القطرية التي تبدو وكأنها خالية من كل حياة نباتية، تنتظر رخات المطر التي تسقط في فترات قصيرة ومحدودة، فسرعان ما تتحول إلى رقعة خضراء، حيث تنمو على إثرها نباتات فصلية تتجنب الجفاف Ephemerals وليس لها خواص مقاومته، وهي - على العموم - تنهي دورة حياتها في فترة قد تقصر فلا تتجاوز بضعة أسابيع، وقد تطول فتستمر طيلة فصلي الشتاء والربيع، وتظل هذه النباتات خلال فصل الجفاف على شكل بذور جافة كامنة في التربة حتى يحين موعد سقوط الأمطار، فتنبت ثانية وتزدهر بسرعة.

هذه النباتات تختلف من مكان إلى آخر، تبعاً لاختلاف طبيعة التربة والتضاريس، وتباين عناصر المناخ والفصول، وتمثلها الأنواع الحولية التالية:

استخدامات أخرى	الحيوانات التي ترعاها			اسم النبات أو العائلة
	ماعز	أغنام	إبل	
تؤكل أوراقه خضراء تؤكل أو تطبخ ثمارها			x	Aizoon canniense جفء
	x			عتره Glossonema edule (تسمى ثمرتها الجراوة)
ياكله الأماطي	x	x	x	Bassia muricata هيشم
	x	x	x	لسان الطير Chenopodium mural
تؤكل الأوراق وهي غصنة	x	x	x	خرشوف Carduncellus eriocephalus
	x	x	x	مرار Centaurea sinaica
(يسمى كيشه أو نمير Timmair)				حوة Launaea nudicaulis
				حوة Launaea capitata
لا ترعاها الحيوانات إذا جف			x	كرومب الصعراء Erucaria crassifolia
			x	جرجيس Savignya parviflora (رشاد الجبل)
يؤكل وهو حاف	x	x	x	صفيرة Schimpera arabica
	x	x		ملح Frankenia pulverulenta
(وتسمى لسان الحمل)	x	x	x	دهمة Erodium bryoniaefolium
	x	x	x	عجبر Erodium Glancophyllum
وهو ديل الحروف ويؤكل علما يجب (ويسمى شرشار أو صرصة) (ويسمى الهرم أو أم ثريب)	x	x	x	عجبر Erodium neuradifolium
	x	x	x	دهمة Monsonia nivea
	x	x	x	حرش (دراري) Aristida meccana
	x	x	x	صمة Cutandia memphitica
	x	x		شيزمس Schismus barbatus
	x	x		سفينوس Sphenopus divaricatus
	x		x	صمعة Stipa capensis
	x	x		حلق Astragalus corrugatus
	x	x		حلق Astragalus eremophilus
	x	x		حلق Astragalus tribuloides
	x	x		جيجي Hippocrepis biconorta
	x	x		جيجي Hippocrepis constricta
	x	x		نفل Medicago aschersoniana
	x	x		حندقوق Melilotus indicus
	x	x		حلبة برية Trigonella hamosa
	x	x		نفل Trigonella Stellata
	x	x		دحرج Vicia monantha
	x	x	x	بروق Asphodelus fistulosus
	x	x		ختمة Althaea ludwigii
	x	x		السعدان Neurada procumbens
	x	x	x	القرطة Plantago ciliata
	x	x	x	وغبة Plantago coronopus
	x	x	x	وغبة Plantago lanceolata
	x	x	x	عيمة Plantago ovata
	x	x		حميص Rumex vesicarius
	x	x	x	نعام Reseda arabica
	x		x	حشوم Tribulus terrestris
	x	x	x	قرمل Zygotphyllum simplex

هذا النوع من النبات نعتها بالجفافية Xerophytes المعمرة، وتمثل النباتات الصحراوية الحقيقية، فلها من الصفات ما يَكُنُّها من ملاءمة نفسها مع ندرة الأمطار، وظروف الجفاف وخاصة الحرارة المرتفعة، وذلك عن طريق التحايل والمقاومة والحد من احتياجاتها ومتطلباتها من الماء، فهناك صفات شكلية كالتعمق في التربة لتستطيع بجذورها الطويلة والمتشعبة في كل الاتجاهات أن تصل إلى الرطوبة فتستخلصها كنبات الشري Citrullus (الخنظل)، والمرخ Leptadenia.

وقد تبني حول نفسها أكمات رملية كالثمام Panicum والعكرش Aeluropus والغرز Chrysopogon، أو أن تتخلص من بعض أجزاء مجموعها الخضري، كالعوسج Lycium والشجا (السله) Zilla والشفاح Capparis فتتفص أوراقها أو تستبدلها بأوراق ذات مساحة صغيرة لتقلل من عمليات التتح والاحتفاظ بالرطوبة طيلة فصل الجفاف كنبات الجشجات Pulicaria، أو يجف مجموعها الخضري تماما كالمصيلم، وبعض النباتات تنفض قشورها العصرية وتعوضها بطبقات من الخلايا الفلينية (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٨٨) وتمثلها نباتات من فصيلة الحمض كالرمث Hammad.

والنباتات الطبيعية في قطر تتميز - كما أوضحنا سابقا - بتحويل أوراقها، وهي صفة تلازم الجفافيات من النبات المعمر، فتحور الأوراق أو السيقان أو الأذينات إلى أشواك كي تحجم من السطح المعرض لأشعة الشمس، وتحد من عملية التتح، وتحمي نفسها وتحافظ على نوعها من هدر الحيوان والإنسان لحياتها، ومثالها الشجا والعوسج والسلم.

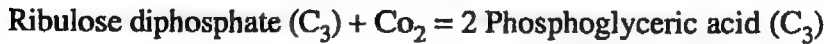
ومن الصفات التشريحية: التي تتميز بها النباتات الصحراوية في قطر، تكوين طبقة شمعية تغطي الورقة من الخارج، كما توجد طبقة من الكيوتين وشعيرات تغلف سطح البشرة (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٩٠)، الأمر الذي يحد من عملية التتح، ويعمل على إبقاء الطبقة الملاصقة لجسم النبات في حالة رطوبة كنبات الطرف (تويم أو الروا) Aerva الذي ينتشر في وسط قطر.

أما الصفات الفسيولوجية: فلها دورها وأهميتها للنباتات، إذ تقلل من فقد النبات للماء من ناحية، وتعمل على تزايد معدلات امتصاص النبات للماء أو الاحتفاظ به داخل الأنسجة، إضافة إلى أن النباتات الصحراوية الدائمة تنفرد بضغط أسموزي مرتفع، خلافا للحولية والوسيطه منها، حيث يتناسب هذا الضغط طرديا مع شدة الجفاف وقسوة المناخ، وعكسيا من عملية التفتح، كما أن الماء المخزن في النباتات المعمرة بوجود المواد الغروانية (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٩٧) تعطيها القدرة على تحمل فترة الجفاف الطويلة، إذ ترتبط نسبة المياه المقيدة في علاقة دالية موجبة مع البيئات الصحراوية شديدة الجفاف، وسالبة مع البيئات الرطبة.

وتبين من خلال دراسة أجراها (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٩٨) على المسار اليومي لكمية البرولين في أنسجة نباتي الهرم والجشجات، أنه بقدر ما يتعرض النبات لحالات الجفاف، بقدر ما تتجمع كميات من البرولين في أنسجته، وتبين أن منحنى المحتوى من البرولين يتجه صعودا نحو القمة ابتداء من الصباح حتى منتصف النهار، يأخذ المنحنى بعدها اتجاهه نحو القاعدة مشيرا إلى تناقص كميته بحلول مغيب الشمس، ولعلنا نشير استخلاصا من ذلك أن ري النباتات يعني تناقص المحتوى من البرولين.

وبخصوص التمثيل الضوئي فقد ميز (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٢٩٩)، بين أنواع ثلاثة من مساراته:

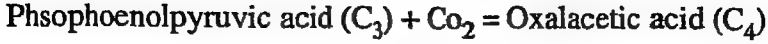
١- نباتات كربون ٣: تكون فيه النواتج الأولية للتمثيل الكربوني أحماضا عضوية تشتمل على ذرات ثلاث من الكربون تمثلها المعادلة التالية:



ولابد لهذه المجموعة أن تبقى ثغورها مفتوحة في أثناء النهار لوقت أطول كي تحصل على ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي يفقد النبات من مائه الكثير نتيجة لذلك، وتمثله نباتات القرم والمرخ والشفلح والرقروق والندبوه والهرم.

٢- نباتات كربون ٤: تكون فيه النواتج الأولية للتمثيل الكربوني أحماضا عضوية تحتوي على أربع ذرات من الكربون تفصح عنها الصيغة التالية:





ومن خصائص النباتات التي تمثل هذا المسار وتنسحب على الثمام والثيموم، وجود تركيب تشريحي في الأوراق والأغصان يرتبط بالظواهر الوظيفية للتمثيل الضوئي وتثبيت الكربون، وأن درجة الحرارة المثلى التي يحتاجها النبات للتمثيل الضوئي في هذه المجموعة مرتفعة عن مثيلتها في نباتات كربون ٣، وفي حالة حصول (ك٣، ك٤) على نفس الكمية من ثاني أكسيد الكربون، إلا أن الأول يفقد كمية من الماء أكثر مما يفقده الثاني، لذا يبدو أن (ك٤) أكثر توفيراً للماء.

٣- مسار النباتات العصيرية: ويعرف باسم CAM اختصاراً للكلمات:

Crassulacean Acid Metabolism

لنباتات الزقوم القدرة على تمثيل الكربون ليلاً عند انفتاح ثغورها التي تغلقها في أثناء النهار، وقد أشار (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ٣٠٠) إلى افتقار البر القطري وحتى الصحاري العربية للنباتات التي يمثلها هذا النوع.

وعلى العموم فإن هذه النباتات الصحراوية المعمرة، قليلة الارتفاع، لها أهمية اقتصادية سواء أكانت غذاء للحيوانات الصحراوية، أم حطباً ووقوداً - أم فاكهة يأكلها الأهالي، وتمثلها الأنواع الرئيسة كالسدر Ziziphus والسمر Acacia والهرم (الرطريط) Zygophyllum والرمث Hammad والإخريط Salsola، وأنواع أخرى معمرة نجدولها كالتالي:

استخدامات أخرى	الحيوانات التي ترعاها			اسم النبات أو العائلة
	ماعز	أغنام	إبل	
أوراقها كمادة لحشو الوسائد	x	x		تويم <i>Aerva javancia</i> (الطوب)
حطباً للوقود			x	مرح <i>Leptadinia pyrotechnica</i>
أهم نباتات المراعي			x	الشعيران <i>Anabasis setifera</i>
لللباحة				خرمير <i>Halopeplis perfoliata</i> (يسمى رطريط)
تنظف به الأوعية (به صابونينات)	x	x	x	الرمث <i>Hammada elegans</i>
	x		x	الحريط <i>Salsola vermiculata</i>
(يسمى جرم <i>Girm</i> أو الوسيد)	x		x	الشعران <i>Suaeda vermiculata</i>
			x	رقروق <i>Helianthemum lippii</i>
			x	رقروق <i>Helianthemum kahiricum</i>
له فائدة طبية (معالجة المغص)				الجبجات <i>Pulicaria crispa</i> (ويسمى سبت <i>Sabat</i>)
حطباً للوقود	x	x	x	مرلح <i>Rhanterium eppaposum</i>
(يسمى ملبو - عطفي)	x	x	x	خافقي <i>Convolvulus pilosellifolius</i>
	x	x		التنبوة <i>Cressa cretica</i>
	x		x	الشجا <i>Zilla spinosa</i> (السلة)
يؤكل أحياناً لمعالجة الإسهال	x		x	الحنظل <i>Citrullus colocynthis</i> (الشري)
(يسمى الشلة) يؤكل كلا نوعيه	x	x	x	الرشا <i>Cyperus conglomeratus</i>
(يسمى عجيل شيطاني)	x	x		المكرش <i>Aeluropus lagopoides</i>
(يسمى للشيل)	x	x	x	النجيل <i>Cynodon dactylon</i>
(يسمى حمرة <i>Homra</i> أو حمردر)	x	x	x	العنيم <i>Eleusine comprssa</i>
	x	x	x	غرز <i>Hyparrhenia hirta</i> (مفصوف)
	x	x	x	الشفة <i>Lasiurus hirsutus</i>
	x	x	x	النمام <i>Panicum turgidum</i>
	x	x		النموم <i>Pennisetum divisum</i>
(يوجد حيث تصرف مياه المجاري)	x	x		الحجة <i>Phragmites australis</i>
	x	x		سبوربولس <i>Sporobolus spicatus</i>
	x	x	x	الصبي <i>Stipagrostis plumosa</i>
(ويسمى غيشه)			x	النيم <i>Salvia aegyptiaca</i>
ذو قيمة طبية في علاج أنواع من الحمى				الحمد <i>Teucrium pilosum</i>
من الأنواع البقولية	x			الحمد <i>Indigofera argentea</i>
من الأنواع البقولية	x		x	الحمد <i>Taverniera aegyptiaca</i>
حطباً للوقود				القطب <i>Limonium axillare</i> (ويسمى شليل <i>Shalal</i>)
	x		x	القرضي <i>Ochradenus baccatus</i>
			x	الشويكة <i>Fagonia indica</i>
	x	x	x	الرطريط <i>Zygophyllum coccineum</i>
	x	x	x	الرطريط <i>Zygophyllum hamiense</i>
	x	x	x	الهرم <i>Zygophyllum qatarense</i>

وفيما يلي دراسة موجزة لأهم الأنواع المعمرة من النباتات الطبيعية القطرية:

فالسدر: *Ziziphus nummularia* من الأشجار الشوكية البرية متشعبة الفروع، وينتمي لفصيلة السدر *Rhamnaceae*، ويتبع هذه الفصيلة نوعان يقوم الأهالي بزراعتهما في المزارع أو المنازل هما: السدر الذي يتج ثمارا كروية يطلق عليها النبق *Ziziphus spina-christi*، والآخر السدر الذي يتج ثمارا بيضاوية الشكل تسمى الكنار *Ziziphus mauritiana*، وثمار هذين النوعين يأكله الأهالي، وفي أحيان تجفف أوراقه وتستخدم لغسل الشعر، ويتميز السدر بصفة عامة بأوراق صغيرة خضراء، وسيقان سميكة، وصفات يقاوم من خلالها الجفاف، ويحتاج لتربة فيضية عميقة، وقوام ناعم.

والهرم: ضرب من الحمض يتبع فصيلة الهرم *Zygophyllaceae*، ويشتمل على أربعة أجناس وحوالي تسعة أنواع من بينها نبات أطلق عليه الهرم القطري *Zygophyllum qatarense* (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ١٢٨)، وهو نبات عصيري معمر فيه ملوحة، وله أوراق تميل إلى الاخضرار وأزهار بيضاء وينمو مجاورا للشاطئ حيث التربة الرملية المالحة التي لا تصلح للزراعة قط، وإن كان لا يستفاد منه للوقود، إلا أنه يكسو الشاطئ بساطا أخضر جميلا، وربما تغذى عليه الإبل.

والعرفج: من النباتات المستديمة ذات الأوراق الخضراء الغضة التي تشبه أوراق الزيتون أو الصنوبر، ومن الفصيلة المركبة، ويبلغ ارتفاع بنيتة في المتوسط مترا واحدا، وهو نبات ينفض أوراقه في فصل الصيف نتيجة الجفاف، ثم تتجدد بحلول فصل المطر، وتستخدم أوراق العرفج علفا للحيوانات، بينما تستخدم أغصانه وقودا، وينمو نبات العرفج في البيئات الرملية جنوب قطر، وعلى طول المجاري والمسار المائية بين الوكير والخرارة.

والجشبات: فيشبه نبات الشبث، وهو نبات كالخطمي ينخرط تحت فصيلة الخبازيات، وهو من الفصيلة المركبة، له ساق طويلة ومستقيمة تحمل رؤوسا من أزهار تتمايز بألوانها الصفراء، وينمو هذا النبات ضمن عشيرة في المنخفضات التي تتميزها تربة فيضية ضحلة، ذات قوام ناعم، ويعتبر من النباتات الطيبة التي اكتشفها قاطنو الصحراء، حيث يستخدمونه كشراب بعد غليه لمعالجة الإمساك.

والشري: (الخنظل) نبات معمر من الفصيلة الفرعية، يلزم الأرض في نموه، لذا ينتمي للنباتات الزاحفة، وثماره كثيرة ملساء تشبه ثمرة البطيخ في الشكل واللون، إلا أنها أصغر حجماً منها بكثير، وتميل عندما تنضج إلى الاصفرار، وهو من الأنواع السامة وخاصة بذوره الداخلية التي قلما تؤكل، ويتميز بمرارته الشديدة، ورغم ذلك فلإن قشرته تستعمل في علاج حالات الإمساك، أي أنها تؤدي إلى إسهال شديد، لاحتوائها على جلوكوسيد الكولوسينثين Colocynthin، (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ١٧٣).

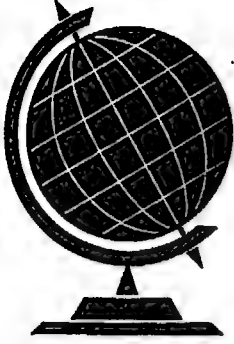
والجعد: من النباتات العشبية الدائمة الخضرة التي تتميز برائحة طيبة، وينتمي للفصيلة الشفوية Labiatae، ولهذا النبات قيمته الطبية خاصة في صناعة العقاقير (عبد الرحمن الشريف، ١٩٦٩، ص ١١٢)، ويستعمل في علاج أنواع من الحمى، ويفيد في علاج البول السكري، ومن النباتات التي تحتوي كما ذكر (كمال الدين البتانوني، ١٩٨٦، ص ١٧٣) على كثير من المواد الفعالة مثل ثنائي أشباه التربينات Diterpenoids.

العشرج: أو العسرق وهو من الشجيرات المعمرة المعروفة في قطر، والتي تدرج تحت فصيلة البقوليات Leguminosae، ولهذا النبات أزهار صفراء، وثمار مسطحة، وأوراق ذات شكل بيضاوي، ويستخدم الأهالي أوراقه وثماره شهرياً (كما يقولون) لتنظيف المعدة، وهو ذو تأثير قوي وفعال وخاصة كنبات مُسهِّل، ويعزى هذا التأثير لمادة الأنثراكينونات Anthraquinones التي يحتويها نبات العشرج.

المرخ: ينتشر في جنوب قطر، وخاصة في المناطق التي تسودها تربة رملية القوام، وهو من النباتات ذات الألياف الرقيقة الناعمة، تستخدم لصنع الحبال، أو لعمل الزناد الذي كان البدو يستعملونه في إشعال النار، ولهذا النبات جذور قد تتعمق في التربة لأكثر من (١١,٥) متراً، وقد تتفرع لتشغل مساحة دائرة قطرها (١٠) أمتار، ولهذه الصفات دور أساسي في تخزين المياه واحتفاظها بها، تغنيها عن مياه الأمطار التي ربما تنحبس عنها لمدة طويلة في ظل جفاف الصحراء، كما أنها تساعد على تثبيت الرمال المتحركة من خلال الأكمات التي شكلها هذا النبات بمجموعه الجذري حول جسمه.



وهناك الكثير من النباتات الطبيعية كالقطف: وهو من فصيلة القطفيات، والكثير من فصائله تتميز بسوقها وأوراقها الغبراء، وأزهارها ذوات اللون الأرجواني، والتي غالباً ما تزرع للزينة، والخريز: أو الخريزة وهو من النباتات ذات القيمة الاقتصادية، حيث تستخرج منه مادة للصبغ تستعمل في الدباغة Tanning، ويشبه نبات الأرتي (العيلة) الذي ينمو بكثرة في منطقة نجد (عبد الرحمن الشريف، ١٩٦٩، ص ١١٢)، ونبات التويم: من الأعشاب المستديرة التي لا تتغذى عليها الأغنام والماعز فحسب، بل كان الأهالي في السابق يستخدمون أوراقها لحشو الوسائد.



الفصل السادس

موارد المياه في قطر

أولاً: الأمطار (المياه الجوية).

ثانياً: المياه السطحية.

ثالثاً: المياه الجوفية.

يتزايد الطلب على المياه في قطر، ليس فقط لاعتماد حياة الإنسان بكافة أشكالها عليها، بل لأنها من أهم العوامل التي تحدد مناطق توزيعه وتركزه، ومواضع انتشار مستوطناته ونموها وتطورها، أضف إلى ذلك فإنها تتحكم في الحياة النباتية والحيوانية من حيث التوزيع والكثافة والأنماط والأنواع، كما أنها المورد الطبيعي الذي تعتمد عليه الزراعة في منطقة صحراوية كشبه جزيرة قطر، إذ بقدر ما يتوافر من المياه كما ونوعا، بقدر ما يكون مدعاة لتطور أفقي، وتنوع في المزروعات، وتعدد في المحصولات، لذا غدت قضية الحصول على المياه إحدى أهم المشكلات التي تواجه قاطني الصحراء، فكان لابد من البحث والتنقيب عن مورد مائي متجدد ومستمر يمدهم بأسباب الاستقرار، ويقلص من حدة تذبذب الأمطار، والتفاوت في كمياتها، وفي فترات سقوطها، وفي محدودية جريانها السطحي، فاعتمدت الدولة سياسة حكيمة في توجيهها في البحث عن المياه الجوفية.

الدراسات السابقة:

بدأت - انطلاقا من هذه المدخلات - الدراسات الهيدرولوجية Hydrological Studies متزامنة مع عمليات التنقيب عن النفط، قام بها كل من وليامسون Williamson وبوميرال (Geology of Qatar, 1938)، حيث قدما تقريرا لشركة نفط قطر Q.P.C. في عام ١٩٣٨ عن مصادر المياه في شبه جزيرة قطر، وخاصة ما يتعلق بمناسيب المياه الجوفية، وفي عام ١٩٥٩ أجرت شركة لوجراند أدسكو (Legrand Adsko, 1957) مسحاً لمصادر المياه العذبة في شمال قطر، الهدف منها توفير مياه الشرب لمدينة الدوحة وبعض المناطق الأخرى، ومع تزايد الطلب تعاقدت الدولة مع (Palph. M. Parsons) في الفترة (١٩٦٠/١٩٦١) لإجراء دراسة في جنوب قطر، كان من نتائجها التأكيد على وجود مياه جوفية في تكوينات الباليوسين، الأمر الذي دفع شركة المعجل السعودية في عام ١٩٦٣ إلى حفر ثلاثة آبار اختبارية تبين أن مياهها غير صالحة للموحتها العالية. بعد هذه الدراسات الرائدة ظهرت عام ١٩٧٠ دراسات كافيليه و B.R.G.H، اهتمت إحدى هذه الدراسات برسم خرائط جيولوجية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠، ١:٢٠٠٠٠٠،



حيث اعتبرت هذه الخرائط أساساً للأعمال الاستكشافية للدراسات الحالية، واتجهت الدراسات الأخرى نحو التعرف على حقيقة الكميات المتوافرة في الأحواض الجوفية، ثم قامت الدولة بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة عبر برنامج الأمم المتحدة الإنمائي بتبني أول مشروع لمسح الموارد المائية والزراعية في عام ١٩٧١، من أهمها دراسة عرضها في تقرير لهما كل من جونستون Jonston وستيرن Stern في عام ١٩٧٢، والأخرى قام بها كل من بابل Pike. J. وإبراهيم حرحش، إضافة إلى تقرير يحمل رقم (٥) تقدم به إكلستون وآخرون عام ١٩٨١، ومهما يكن من أمر، فإننا - في دراستنا لمياه متعددة المصادر في قطر - نحاول أن نعالجها من وجهة النظر الهيدرولوجية، هدفنا إلقاء الضوء على أهم مصادر المياه الجوفية، وإعطاء صورة واضحة عنها من حيث كمياتها، وخصائصها، ومدى الاستفادة منها.

وقد تم تحديد ثلاثة مصادر لموارد المياه نرصدها كالتالي:

مياه متعددة المصادر:

أولاً: الأمطار؛ Rainfall (المياه الجوية)

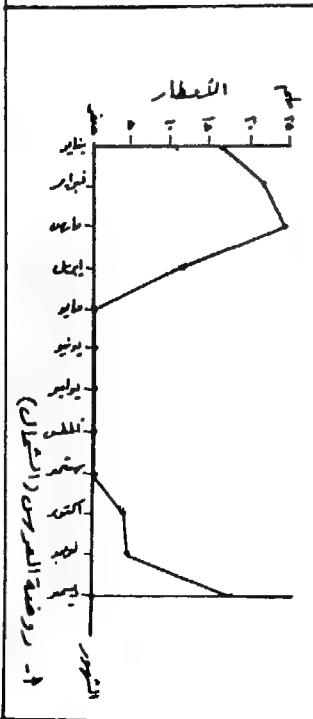
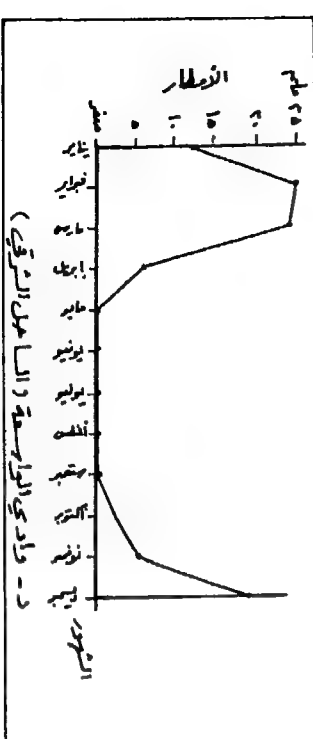
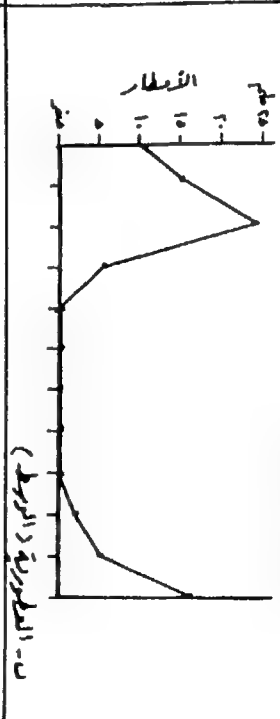
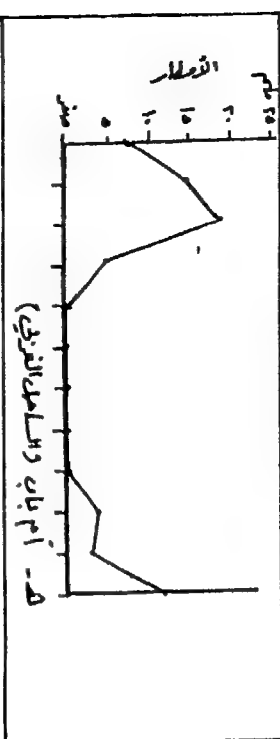
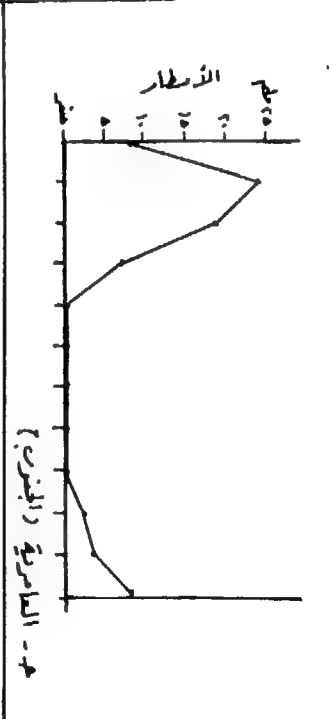
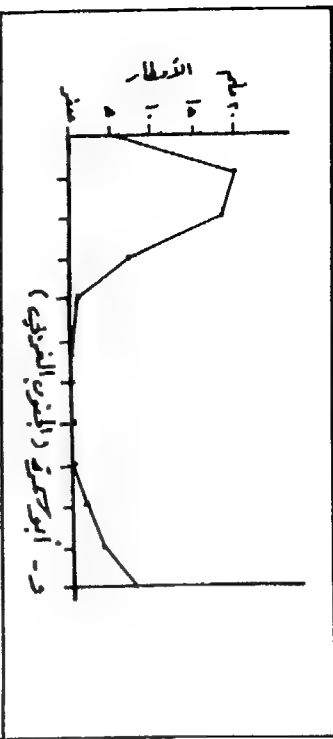
سبق أن عالجنا - في فصل المناخ - خصائص الأمطار، ولكنها كانت معالجة من وجهة النظر المناخية، إلا أننا سنركز هنا - مع الاستعانة بما تمت دراسته - على دراسة الأمطار من وجهة النظر الهيدرولوجية، وتذكراً بنتائج دراسة الأمطار كعنصر مناخي، سنولي اهتماماً بالتالي:

- ١- خصائص الأمطار في قطر.
- ٢- خصائص طول فترة السجل المطري.
- ٣- احتمالات الأمطار السنوية واليومية.
- ٤- معدلات الأمطار وتقديراتها العامة

١- خصائص الأمطار:

(أ) عدد الأيام المطيرة في قطر محدودة، فقد تسقط الأمطار في مدة لا تتجاوز (٣) أيام/ السنة، وتمثلها مواقع رصد ميل ٣٢ والحرارة ومسيكة، أو أنها تستمر لفترات طويلة قد تصل (٣٧) يوماً/ السنة، وينسحب ذلك على مواقع رصد روضة الفرس وأم الشخوط.

(ب) يتبين أن التوزيع الفصلي للأمطار يتفاوت من شهر إلى آخر، ومن موقع رصد إلى آخر (الشكل ٦-١ أ- و)، ففي الوقت الذي تتفق جميع مواقع



شكل رقم ٦- () وملاحظات متوسط الأمطار الشهرية لمواقع رصد مختلفة للفترة (١٩٧٢-١٩٧٣)

الرصد بفصل جفاف مدته خمسة أشهر (من مايو - سبتمبر) لم تسقط خلالها أية أمطار على مدى (٢١) عاما، تلاحظ أن هناك قمتين مطريتين، تظهر القمة المطرية الأولى في نهاية فصل الشتاء (فبراير)، كما يحدث على الساحل الشرقي (وادي الواسعة)، أو في جنوب شبه جزيرة قطر (العامرية)، أو في الجنوب الغربي (أبو سمرة)، وتظهر القمة المطرية الثانية في بداية فصل الربيع (مارس)، وينسحب ذلك على مواقع رصد (روضة الفرس) في شمال قطر، و (أم باب) على الساحل الغربي، و (العطورية) في الوسط، ومن خصائص التوزيع الفصلي للأمطار أنها تتزايد في كمياتها على الساحل الشرقي، وتتناقص بحدّة نحو الوسط والساحل الغربي.

(ج) يشير (الشكل ٦-٢ أ-هـ) إلى التغيرات السنوية للأمطار والتي تفصح عن مدى التذبذب في توزيعها كميا وزمنا ومكانيا، والجدول التالي يوضح هذا:

جدول رقم (٦-١)

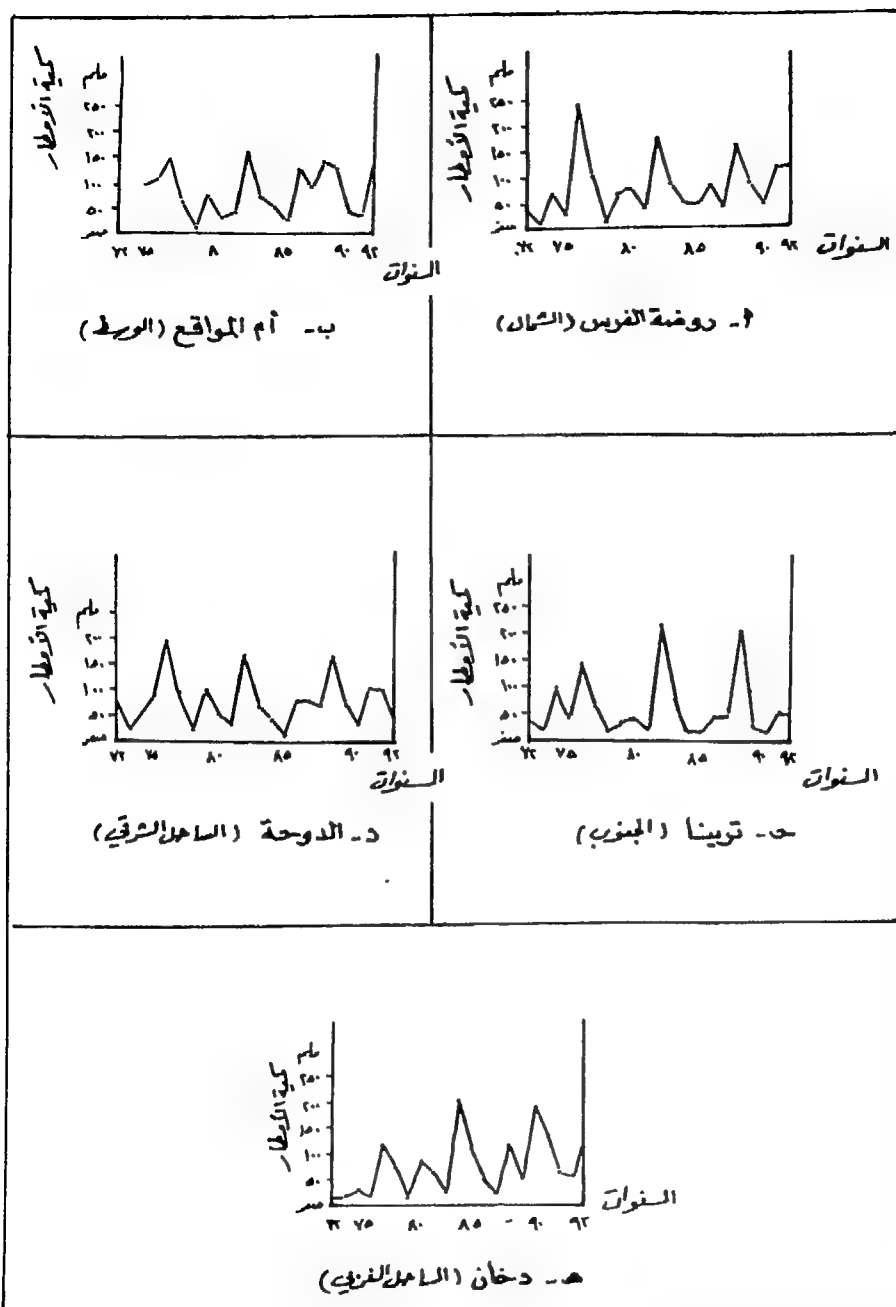
التغيرات السنوية للأمطار (ملم) في مواقع رصد مختارة (١٩٧٢-١٩٩٢)

الموقع	السنة	١٩٧٢	١٩٧٦	١٩٧٩	١٩٨٢	١٩٨٥	١٩٨٨
الرويس (الشمال)	١٠,٤	٢٣٨,١	٦٧,٤	١٧٣	٤٦,٦	١٦١,٨	
أم المواقع (الوسط)	-	١٤٧,٦	٧٤,٨	١٦١	٢٦,٢	١٤١	
الدوحة (الشرق)	٢٢,٢	١٩٣,٤	١٠١,٩	١٦٧,٣	٩,٨	١٦٦,٥	
دخان (الغرب)	١٨	١١٩,١	٨٣,١	٢٠٤,١	٢١,٢	١٨٨,٧	
ترينا (الجنوب)	١٨	١٤٠,٥	٣٣,٦	٢١٧,٨	١٧	٢٠٧,٢	

يلاحظ من (الجدول رقم ٦-١) و (الشكل رقم ٦-٢) أن هناك تزامنا في فترات حدوث أعلى هطول للأمطار أو أدناه يكاد ينطبق على جميع مواقع الرصد، مع وجود تفاوت في كمياتها من سنة إلى أخرى ضمن موقع الرصد الواحد، أو على مستوى مواقع الرصد المختارة.

(د) تتكرر ظاهرة القمم على طول سلسلة الأمطار السنوية في جميع مواقع الرصد، وهي مؤشرات توحى بأن الأمطار التي تسقط على شبه جزيرة قطر ذات





شكل رقم (٦-٢) التغيرات السنوية في كمية الأمطار لمواقع رصد مختلفة
للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢)

مصدرين، بمعنى أن العوامل التي تتسبب في سقوطها تتفاوت ما بين المنخفضات المتوسطة والسودانية أو المحلية، مع وجود تباين في سيادة عامل على آخر في بعض مواقع الرصد (التوزيع الزمني والمكاني للأمطار)، ويبدو أن السلسلة المطرية للفترة (١٩٧٢-١٩٩٢) تحتلها ثلاث قمم مطرية تكاد تتحقق في جميع مواقع الرصد، وفي نفس الفترة الزمنية تقريبا، بغض النظر عن التباين في كمية الأمطار، وبالرجوع إلى (الجدول السابق ٦-١) يلاحظ أن القمم الثلاث تتركز في الأعوام ١٩٧٦، ١٩٨٢، ١٩٨٨، هذه الشواهد تشير إلى أن القمم المطرية تحدث مرة من بين كل (٦) سنوات راجع (الشكل ٦-٢).

نستخلص من هذا التحليل الذي توصلنا إليه، ومن دراستنا للأمطار كعنصر من عناصر المناخ كذلك إلى مجموعة نتائج نرصدها في النقاط التالية:

١- تقتزن الأمطار الشهرية في قطر بأشهر يناير وفبراير ومارس، إذ تتراوح نسبة التركيز العامة في قطر - رغم تفاوتها - بين (٥٩,٧٪ و ٧٤,٩٪)، يضعف هذا التركيز في الوسط وعلى الساحل الغربي (منطقة دخان)، ويتعاضد في وسط الجنوب (محيط الحرارة - العامرية - ترينا)، ومنطقة الوكير، حيث يتراوح أقوى تركيز فيها بين (٧٠-٧٥٪).

٢- تتراوح نسبة الأمطار الشتوية في النصف الشمالي من قطر ما بين (٥٥-٦٣,٧٪) من أمطار الشتاء، هذه النسب يمثلها (٢٣,١٪) من عدد مواقع الرصد، تتناقص النسبة في وسط قطر وعلى الساحل الشرقي، ولكنها من واقع - خرائط خطوط المطر المتساوي، ومعاملات التغير، والانحرافات المعيارية - أكبر حدة في تناقصها على الساحل الغربي نظرا لوقوعها بالنسبة للسعودية في ظل المطر.

٣- الأمطار في قطر عبارة عن أمطار جبهات أو أمطار حملية (تيارات الحمل)، ترتبط الأولى في توزيعها المكاني بخط سير المنخفض الجوي، وتتوقف كمية وغزارة الأمطار على عنف المنخفض، أو على موقع المكان من قطاعاته المختلفة (عبد العزيز طريح شرف، ١٩٨٥، ص ٢١٨)، أما النوع الثاني من الأمطار فله علاقة بتيارات الحمل الهوائية التي تنشأ نتيجة الارتفاع المفاجئ

في درجات الحرارة، ومع ذلك ليس من الضروري أن تتعرض كل أجزاء قطر للأمطار في ذات الوقت، كما أن هذا النوع من الأمطار يتأثر بدرجة أكبر بعمليات التبخر، مما يقلل من فرص الجريان السطحي، والتسرب، وبالتالي ينعكس سلباً على كمياته التي تغذي خزانات المياه الجوفية.

٤- وبهذا نخلص إلى أن الفاقد من المياه عن طريق التبخر يتأثر بنظام سقوط الأمطار، إذ تسقط معظم الأمطار في أشهر الشتاء والربيع، هذه الفصلية تنفق في معظمها وخاصة فصل الشتاء وانخفاض درجات الحرارة، وضعف أثر الإشعاع الشمسي في تسخين سطح التربة، وتتميز الأمطار - رغم تفاوتها - بعدم انتظامها، وتباعد نوباتها Spells، وقوة رخاتها، وأنها فجائية الحدوث والهطول، سيالية الجريان والانتشار، مما قد يزيد من فرص المياه المكتسبة مباشرة، أو بعد فترة جريان قصيرة ومؤقتة (غير مباشرة)، الأمر الذي يساهم في تغذية المياه الجوفية وزيادة كمياتها، وتعديل ملوحتها.

٢- خصائص طول فترة السجل المطري: Long Duration

لدينا من السجلات المطرية المتوافرة نوعان: النوع الأول: يخص مطار الدوحة الدولي (إدارة الطيران المدني، وزارة المواصلات والنقل)، بفترة تسجيل (٣٣) عاماً، أي من (١٩٦٢-١٩٩٤)، وحوالي (٣٢) عاماً للمواسم (٦٢/٦٣ - ٩٤/٩٣)، والنوع الثاني: لمواقع رصد مناخية منتشرة في جميع أنحاء قطر (٢٦) موقعا (خريطة رقم ٤-١)، وقد تم إخضاع بيانات هذين النوعين من السجلات المطرية لمعالجات إحصائية نقف من خلالها على خصائص توزيعها، والتغيرات التي تحدث لكمياتها السنوية، واحتمالات تكرارها.

فمن الواضح من مدرجي التوزيع التكراري (شكل رقم ٦-٣ أ-هـ) لمجموع كمية الأمطار السنوية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) والمواسم (٦٢/٦٣-٩٤/٩٣)، أنهما يبديان التواء موجبا نحو اليمين، فالأول (شكل ٦-١٣) أقل حدة في التوائه من الثاني، وتميزه قمتان تتمركزان عند طرفي التوزيع، والثاني (شكل ٦-٣ ب) تميزه قمم ثلاث، اثنتان تحتضنان التوزيع من طرفيه، والقمة الثالثة تتركز في الفئة ما بين (٧٠-١٠٠) ملم، كما يلاحظ أن أكثر من

(٧٥٪) من التكرارات (شكل ٦-١٣) تتركز في الفئتين الأولين (صفر-٥٠، ٥٠-١٠٠) ملم، في حين يخص الفئتين الأولين من التوزيع التكراري (شكل ٦-٣ب) في حدود (٥٠٪) فقط، ولهذا غدا منحى التوزيع التكراري للمواسم (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤) أقل اتساقا وانتظاما من منحى التوزيع التكراري للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤).

ومقارنة مع مدرج التوزيع التكراري (شكل ٦-٣ج) لمجموع كمية الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، والذي يمثل مجموعة مواقع الرصد (٢٦) موقعا، بما فيها الدوحة، فإن هذا المدرج غير منتظم، وغير متاسق، ويرد صفة العشوائية في توزيع متغير كمية المطر، كما يوضح أن التوزيع على قدر غير بسيط من عدم التماثل، وأنه أكثر حدة في التواءه نحو اليمين من سابقه، كما أنه يتميز بقمة واحدة فقط تتمركز في الفئة الثانية (٢٥-٥٠) ملم، التي لا تمثل سوى (٢٣٪).

لذا لجأنا إلى اختيار عيتين: الأولى تمثلها قيم أقصى كمية في كل سنة من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) بغض النظر عن موقع الرصد وعدد الأيام التي حدثت خلالها هذه الكمية، والثانية تمثلها قيم أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) في الدوحة، وقد تم توزيع القيم تكراريا، ورسمنا للعتين مدرجين للتوزيع التكراري النسبي (شكل رقم ٦-٣ د، هـ)، حيث نلاحظ أن التوزيع ما فتئ يلتوي التواء موجبا نحو اليمين، إلا أنه بالنسبة لتوزيع أقصى كمية من الأمطار (شكل رقم ٦-٣د) أقل حدة في التواءه من التوزيع التكراري لأعلى هطول ومن التوزيعات السابقة (٦-١٣، ب)، وأكثر تجمعا للقيم حول المتوسط، كما تعطي التوزيع التكراري لأقصى كمية من الأمطار السنوية قمم ثلاث، تتوزع بين الأطراف والوسط، حيث تشكل الفئة الأولى (٢٧-٧٥) ملم ما نسبته (٣٣، ٣٣٪)، وهي في هذا تتفق ومجموع نسبتي الفئتين الثانية والخامسة، والثالثة والرابعة، كما أنها تتساوى في قيمها النسبية مع القمة الوحيدة التي تظهر في مدرج التوزيع التكراري لأعلى هطول في موقع رصد الدوحة (شكل ٦-٣هـ).

انطلاقا من هذه المعطيات، استخدمنا إحدى طرائق توفيق المنحنى المعتدل Normal Curve Fitting، وهي طريقة التوفيق بالمساحات، حيث تم إيجاد

نسبة مساحة المنحنى المحصور بين كل قيمتين من قيم المتغير المعياري حسب المعادلة التالية:

$$\frac{s - \bar{s}}{c} = \text{القيمة المعيارية (ز)}$$

حيث:

s = قيمة المتغير العشوائي .

\bar{s} = المتوسط الحسابي للتوزيع .

c = الانحراف المعياري للتوزيع .

والنتائج التي حصلنا عليها نرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٢)

خلاصة اختبار وحساب قيم مربع كاي (X^2)

القيمة النظرية ٩,٤٩	القيمة المحسوبة ١٠,٥٢٤	مستوى الثقة ٠,٩٥	درجة الحرية ٤	كمية الأمطار في الدوحة للفترة (١٩٩٤-١٩٦٢)
١١,٠٧	١٩,٧٢	٠,٩٥	٥	كمية الأمطار في الدوحة للمواسم (٩٤/٩٣-٦٣/٦٢)
٥,٩٩	٧,١٥	٠,٩٥	٢	أقصى كمية للأمطار في قطر للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١)
٧,٨١	٨,٧٣	٠,٩٥	٣	أعلى هطول في الدوحة خلال ٢٤ ساعة (١٩٩٤-١٩٦٢)

ومن (الجدول رقم ٦-٢) يتبين أن قيم مربع كاي المحسوبة للتوزيعات الأربعة أكبر من القيم النظرية الجدولية، لذا نرفض فرض العدم عند مستوى دلالة (٠,٠٥) ونقر بوجود اختلافات وفروق جوهرية بين التوزيعين المشاهدين (الحقيقي) والمتوقع (النظري)، بمعنى أن هناك عوامل غير عامل الصدفة تؤثر على الأمطار في قطر، وتتمثل في مجموعتين: الدائمة منها: وأثرها يكاد يكون ضعيفا وهي: الموقع الفلكي، الارتفاع، والمؤثرات البحرية، والعشوائية: وتتمثل في الموقع بالنسبة لمسار المنخفضات الجوية المتوسطية والسودانية، أو تلك التي تشكل محليا،

فالأولى: تعمل على تجميع القيم حول المتوسط، فيما تعمل الثانية على إظهار نوع من التباين المتناسق حول المتوسط.

كما نلاحظ أن قيم الفئتين المحسوبة والنظرية تقتربان من بعضهما، مما يشير إلى تقلص الفروق، واقترب التوزيع من التماثل نسبياً، ومع ذلك احتفظت التوزيعات التكرارية بدرجة من الالتواء الموجب (نحو اليمين)، الأمر الذي دفعنا إلى تحويل البيانات المطرية إلى ما يقابلها من قيم الجذر التربيعي، ورسم لها مدرجات ومنحنيات تكرارية يمثلها (الشكل ٦-٤ أ-ح)، ومن الجدير بالملاحظة أن كل نقطة في هذه المدرجات تمثل سنة واحدة، ولكي نتعرف على درجة تماثل توزيع البيانات المطرية استخدمنا فكرة العزوم لقياس كل من معامل الالتواء ودرجة التفرطح في التوزيعات المطرية، والجدول التالي يثبت نتائج هذه المقاييس:

جدول رقم (٦-٣)

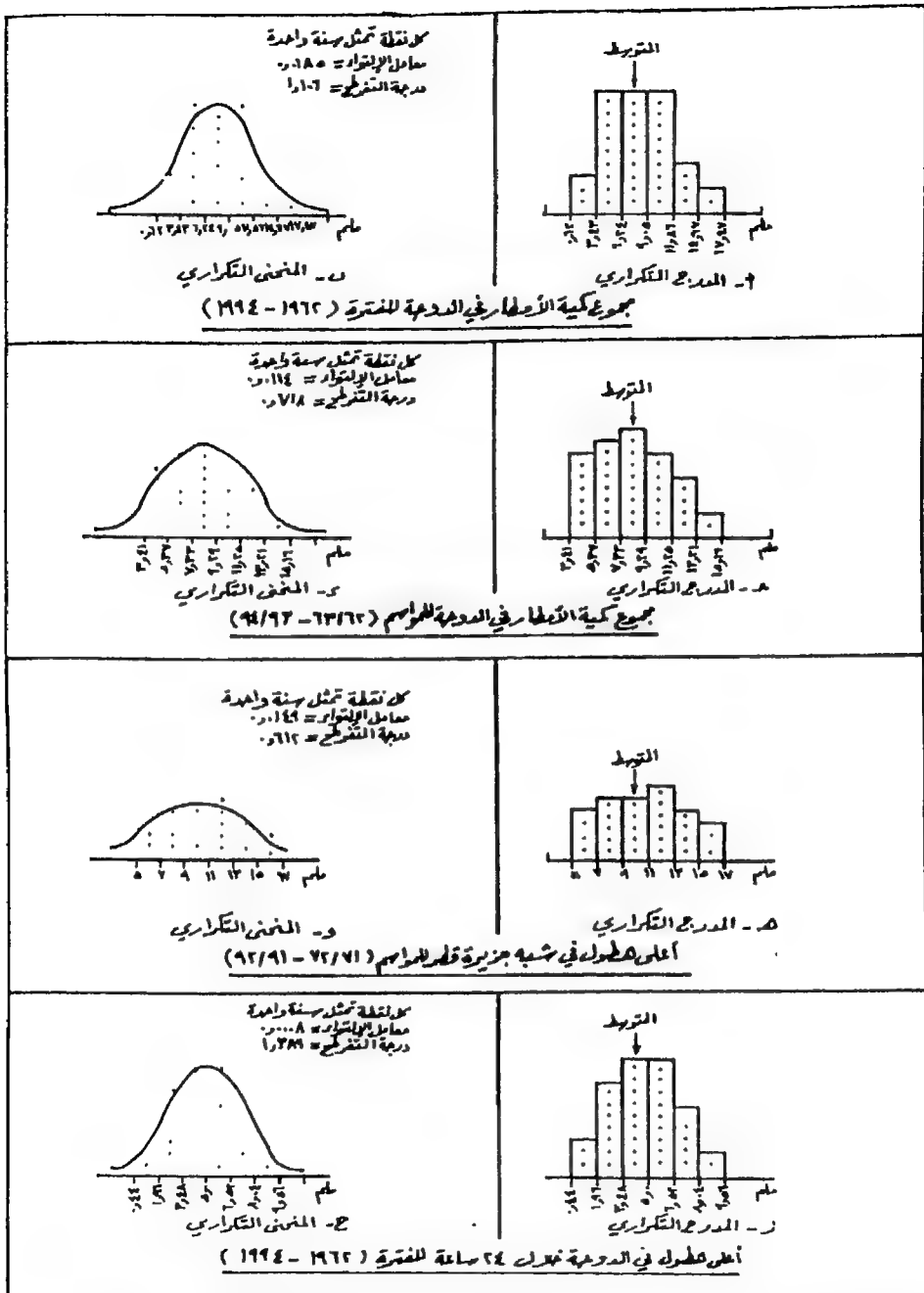
نتائج حساب معاملات الالتواء ومدرجات التفرطح للقيم المطرية المعتمدة

المتغير	معامل الالتواء	درجة التفرطح
مجموع كمية الأمطار السنوي في الدوحة (١٩٦٢-١٩٩٤)	٠,٠١٩+	١,١٠٦
مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (٦٢/٦٣-٩٤/٩٣)	٠,٠١١+	٠,٧١٨
أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر (٧١/٧٢-٩٢/٩١)	٠,٠١٥+	٠,٦١٢
أعلى مطول في خلال ٢٤ ساعة في الدوحة (٦٢-١٩٩٤)	٠,٠٠١	١,٣٨٩

ومن (الجدول رقم ٦-٣) و (المدرجات أو المنحنيات التكرارية) (شكل رقم ٦-٤) يتبين التالي:

١- جميع قيم المتغيرات المطرية تظهر نوعاً من الالتواء الموجب، وتبايناً في شكل قمم المنحنيات التكرارية (درجة التفرطح).

٢- نلاحظ أن المنحنى التكراري (شكل رقم ٦-٤ د) لقيم أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩١)، أكثرها تفرطحاً Platykurtic، نظراً لتركز قيم المتغير المطري حول المتوسط في مدى كبير (درجة التفرطح



شكل رقم (٦ - ٤) المديات والمخيمات التكرارية لتوزيع الجذر التربيعي لكمية الأمطار وأعلى هطول في قطر والدوحة لفترات مختلفة

٦١٢، ٠) يماثله تقريبا منحني مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (شكل ٦-٤و) للمواسم (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤) بدرجة تفرطح تبلغ (٠،٧١٨، ٠).

٣- من الواضح أن قيم مجموع كمية الأمطار في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) تقترب من التوزيع المعتدل Mesokurtic (شكل ٦-٤ أ، ب)، إلا أن توزيع قيم أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة في الدوحة (شكل ٦-٤ ز، ح) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) أكثر اقترابا لتوزيع متوسط التفرطح (التوزيع المتماثل) إذا وضعنا في الاعتبار أن درجة تفرطح التوزيع المتماثل تساوي (٣)، حيث يتبين أن درجتى التفرطح لهذين التوزيعين تتراوح بين (١،١٠٦ و ١،٣٨٩) على التوالي.

٤- يبدو أن أقل التوزيعات التواء يتمثل في قيم أعلى هطول خلال ٢٤ ساعة في الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، (شكل رقم ٦-٤ أ، ب) حيث بلغ معامل التواء التوزيع (٠،٠٠١+)، وأن أكثرها التواء ينحصر في مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة (شكل رقم ٦-٤ هـ و) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤) ومع ذلك فإن درجة الالتواء في جميع التوزيعات تعتبر بسيطة.

رغم تحويل البيانات لقيم الجذر التربيعي جنح التوزيع نحو الالتواء البسيط الموجب، فرأينا تحويل التكرارات الأصلية المتجمعة للبيانات إلى التكرارات المتجمعة النسبية باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{التكرارات المتجمعة النسبية} = \frac{\text{التكرارات المتجمعة} - ٠,٥}{n} \times ١٠٠\%$$

حيث: n = عدد سنوات الرصد (مجموع التكرارات).

وإلى التكرارات الاحتمالية التراكمية التي تمثل المساحة المقابلة للقيم المعيارية تحت المنحنى المعتدل، والبيانات المطرية التي استخدمت لذلك هي:

* مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة للمواسم (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤).

* مجموع كمية الأمطار السنوية في قطر (٢٦) موقعا للمواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩١).

* قيم أقصى كمية من مجموع الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩١).

وقد استخدمت لهذا الغرض ورقة الرسم البياني الاحتمالي، ولهذا السبب استعنا بالمعادلة السابقة، حيث سلاحظ أن النسبة النهائية في التكرارات النسبية التراكمية ستقل عن (١٠٠٪)، ومن الرسم البياني نستخلص التالي:

١- معظم القيم النسبية الممثلة للاحتتمالات التراكمية تنتشر على شكل غمط خطي، وتتفق مع الخط المستقيم، باستثناء ما نلاحظه من شذوذ بعض القيم الممثلة للأمطار المتطرفة (شكل ٦-١٥)، في حين يظهر (الشكل ٦-٥ ب، ج) تجاوبا مع هذا النمط، وتدلل بالتالي على أن البيانات تتوزع توزيعا معتدلا، وهذا ما توصلنا إليه فيما سبق تقريبا.

٢- توحى المنحنيات التكرارية المتجمعة النسبية بوجود التواء موجب نحو اليمين نتيجة وقوع بعض القيم على منحنى مقعر (مقوس للخارج).

٣- باستخدام الرسم البياني نستطيع تحديد احتمالات مختارة نجدولها كالتالي:

جدول رقم (٦-٤)

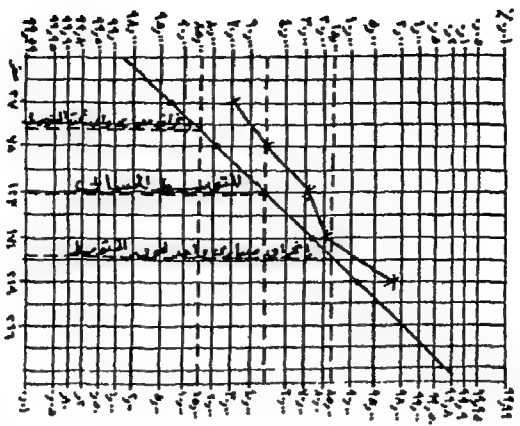
حساب احتمالات قيم مختارة من الأمطار (ملم)

من الرسومات البيانية الاحتمالية (نسبة مئوية)

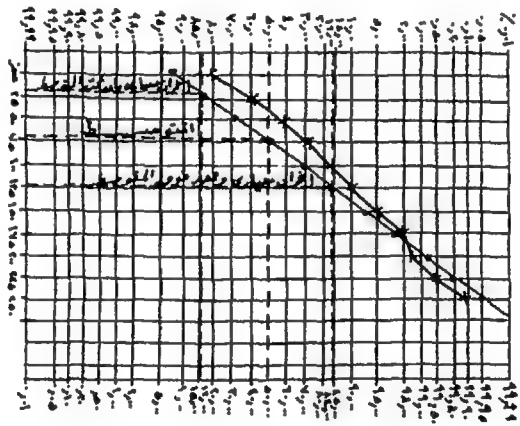
الثانية				الأولى				الفئات
احتمال أن تقل الكمية عن				احتمال أن تزيد الكمية على				
٩٥	٧٠	٥٥	٤٠	٢٠٠	١٥٠	١٠٠	٥٠	متغير كمية الأمطار
٦٨	٤٤	٣٣	٢٤	٠,٥	٨	٣٣	٧٠	مجموع أمطار الدوحة (٩٤/٩٣-٦٣/٦٢)
٦٤	٤٨	٣٧	٢٧	٠,٥	٨	٣٠	٦٧	مجموع الأمطار في قطر (٩٢/٩١-٧٢/٧١)
٣٣	٢١	١٥	١١	١٣	٣٥	٦٤	٨٦	أقصى كمية في قطر (٩٢/٩١-٧٢/٧١)

الرابعة				الثالثة				الفئات
احتمال أن تبلغ الكمية القيم				احتمال أن تقع الكمية بين				
١٥	٨	٤٥	٢٥	٢٣٥-٢١٠	١٨٠-١٢٥	٩-٦	٤-٣	متغير كمية الأمطار
٣٠	٤٨	٧٣	٨٤	٠,٣٧	١٥	١٢	٩	أمطار الدوحة (٩٤/٩٣-٦٣/٦٢)
٣٢	٤٤	٧٠	٨٢	٠,٣٣	١٤	٢٢	٩	أمطار قطر (٩٢/٩١-٧٢/٧١)
٦٢	٧٤	٨٨	٩٣	٥,٠٠	٢٩	١٤	٩	أقصى كمية في قطر

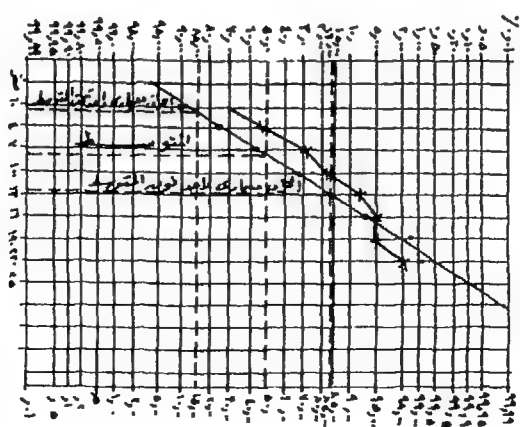
المنحنى الكلازي النسبي —X—
المنحنى الوضائي التركيبي —●—



جـ- قيم أعلى لكل من منحنى المنحدر السفلي في قطر للموسم ٧٢/٧١ - ٧١/٧٢



د- مجموع كمية الأمطار السنوية في قطر للموسم ٧٢/٧١ - ٧١/٧٢ (موسم)



هـ- مجموع كمية الأمطار السنوية في المدونة للموسم ٧٣/٧٢ - ٧٢/٧٣

شكل رقم (٥-٦) المنحنيات الكلازية النسبية والوضائية التركيبية لمجموع الأمطار وأعلى من طول في قطر والدرجة لمواسم مختلفة

ومن الأشكال البيانية (٦-٥ أ-ج)، والجدول (٦-٤) نستخلص التالي :

- ١- يبدو أن الاحتمالات وقيم فئات الحدود المطرية الأولى (تزيد على) تتناسب تناسباً عكسياً، فمع تزايد الحدود المطرية المختارة، تتناقص نسب الاحتمالات وتنطبق هذه الخصائص على الفئة الرابعة وحدودها (٢٥، ٤٥، ٨٠، ١٠٥).
- ٢- يلاحظ أن نسب الاحتمالات وقيم فئات الحدود المطرية الثالثة (تقل عن) والرابعة (تقع بين) تتناسب تناسباً طردياً، إذ يتضح أن التزايد في قيم الفئتين يعني تزايداً في نسب الاحتمالات، والعكس صحيح.
- ٣- فئات الحدود التي تتناسب عكسياً مع نسب احتمالاتها تسيطر عليها قيم أقصى كمية من الأمطار في قطر للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)، بعكس ما يحدث في فئات الحدود التي تتناسب طردياً مع نسب احتمالاتها.
- ٤- يتبين أن أدنى نسب للاحتتمالات تتمثل في كميات الأمطار التي تقع بين (٢١٠-٢٣٥) ملم، تليها نسب احتمالات القيم التي تزيد كمية الأمطار فيها على (٢٠٠) ملم، كما تتدنى نسب احتمالات القيم الدنيا من الفئة الثالثة والتي تقع بين (٣٠-٤٠) ملم، حيث تأتي في المرتبة الثالثة.
- ٥- وبإجراء مقارنة بين ما استخلصناه من الرسم البياني الاحتمالي وما تم حسابه من احتمالات سقوط عشرة حدود (ص ٤٧١-٤٧٦) - مع ملاحظة استبعاد قيم أقصى كمية من الأمطار - يتبين لنا أن نسب الاحتمالات تكاد تكون متقاربة.
- ٦- من الرسم البياني الاحتمالي يمكن أن نستخلص أدنى القيم وأعلاها في سنوات مختارة نجدولها على النحو التالي:

جدول رقم (٦-٥)

تحديد احتمالات سقوط أدنى وأعلى كمية من الأمطار (ملم) في عدد من السنوات

السنوات		مستأن		٥ سنوات		١٠ سنوات		١٥ سنة		٢٠ سنة	
متغير المطر	البيان	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى	أدنى	أعلى
أمطار الدوحة	(٩٤/٩٣-٦٣/٦٢)	-	١٩٣	٣	١٦٨	٨	١٤٥	٣٤	١٣٣	٣٧	١٢٢
أمطار قطر	(٩٢/٩١-٧٢/٧١)	-	١٨١	-	١٥٦	١٠	١٣٨	١٩	١٣٠	٢٧	١١٨
أقصى كمية في قطر	(٩٢/٩١-٧٢/٧١)	٧	٢٦٦	٢١	٢٣٧	٤٠	٢١١	٥٧	١٩٧	٦٩	١٨٣

٣- احتمالات الأمطار السنوية واليومية:

بعد معالجة البيانات المطرية من حيث خصائص التوزيعات التكرارية، والوقوف على مدى مطابقتها للتوزيعات المتماثلة، وجدت من الأفضل دراسة الجوانب التالية:

(أ) تقدير احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١) في (٢٦) موقعا للرصد.

(ب) حساب احتمالات سقوط عشرة حدود (٪) من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٩٢/٩١-٧٢/٧١).

(ج) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار السنوية.

(د) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار اليومية.

(أ) احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية:

استخدمنا لتقدير احتمالات هذه الحدود المعادلة التالية:

$$\text{قيمة أحسن تقدير} = \frac{\frac{n}{1-n}}{\sqrt{\frac{\text{قيمة أحسن تقدير}}{1-n}}} \times \text{الانحراف المعياري}$$

حيث: ن = عدد سنوات الرصد.

وقد تم استخراج الحدود الدنيا والعليا بفترة ثقة (٩٥٪) حسب التالي :

$$\bar{X} \pm \text{قيمة ت} \times \text{الخطأ المعياري}$$

حيث: \bar{X} = المتوسط الحسابي، قيمة «ت» لكل موقع رصد.

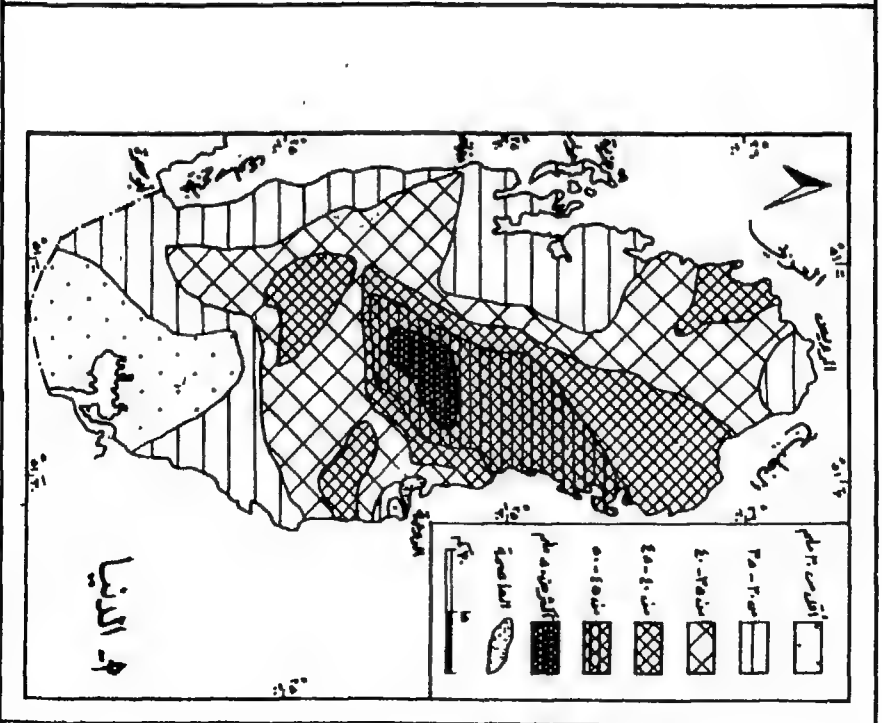
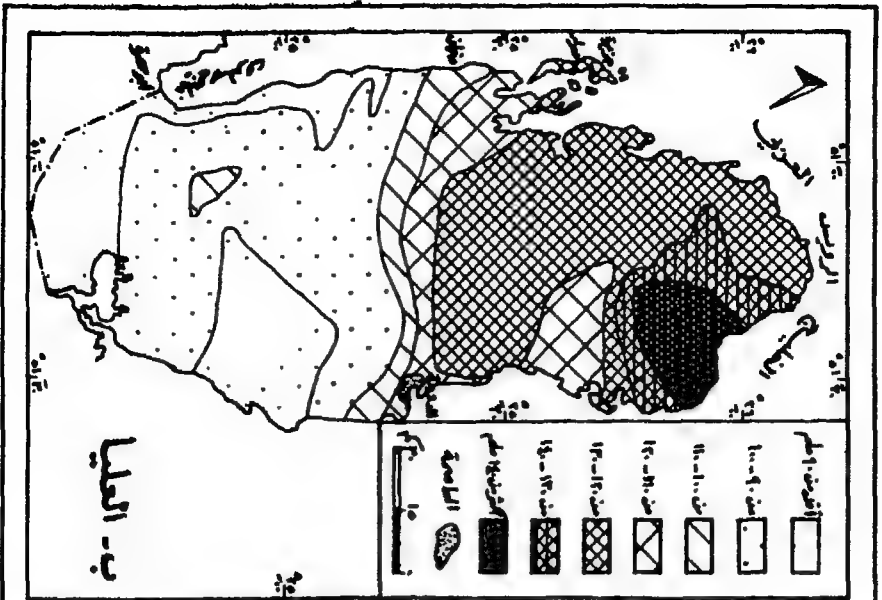
وقد تم إنشاء خريطتين تمثلان الحدود الدنيا والحدود العليا لمعدلات الأمطار السنوية في قطر، حيث نستطيع منهما استخلاص النتائج التالية:

١- تشير خريطة احتمالات الحدود الدنيا (رقم ٦-١٦) إلى أن أقصى كمية من الأمطار لهذه الحدود تتركز في وسط قطر إلى الغرب من الدوحة، (أم الأفاعي وأم المواقع)، حيث تزيد كمية الأمطار فيهما على (٥٠) ملم.

٢- تتناقص كميات هذه الحدود بالابتعاد عن منطقتي التركيز، إلا أن هذا التناقص يظهر جليا في منطقتين: منطقة الدوحة الواقعة إلى الشرق من منطقتي التركيز، حيث تتراوح فيها هذه الحدود ما بين (٣٠-٤٠) ملم، والمنطقة الجنوبية الشرقية التي تمتد من الحرارة حتى سودانثيل، وتبدو أكثر حدة في تناقص كمياتها من منطقتي التركيز، وحتى من منطقة الدوحة، حيث تقل فيها هذه الحدود عن (٣٠) ملم.

٣- يبدو أن المنطقة الواقعة إلى الشمال من منطقتي التركيز حتى مدينة الشمال تتميز بحدود معتدلة، حيث تتراوح فيها هذه الحدود بين (٣٥-٤٥) ملم، ولهذا يتضح أن الأمطار التي تسقط على الأجزاء الشمالية من شبه الجزيرة أكثر من الأجزاء الجنوبية حتى بالنسبة للحدود الدنيا، لذا وجب التوجه نحو الاستغلال الأمثل لهذه الكميات والمحافظة عليها.

٤- من قراءة خريطة احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار السنوية (رقم ٦-٦ب)، يخيل إلي أنها تمثل الواقع الذي أبرزناه لخصائص الأمطار في فصل المناخ، حيث يتبين أن خط المطر المتساوي (١١٠) ملم يمثل حدا فاصلا بين النصف الشمالي الذي من المتوقع أن تزيد فيه احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار على (١٤٠) ملم، وقد تصل إلى (١٤٩) ملم في منطقة روضة الفرس (مزرعة الحكومة)، وبين النصف الجنوبي الذي لا تزيد فيه احتمالات



مكتبة (٦-١) غير ذات إحصاءات إلى دول آسيا والعلوم والبيانات للدراسات ٧٢/٧١ ٥٢/٥١

الحدود العليا للأمطار على (٩٠) ملم باستثناء مثلث مواقع رصد «ترينا - العامرية - الكرعانة» الذي تصل فيه هذه الحدود إلى حوالي (١٠٢,٥) ملم، ولعل هذه الخصائص - رغم ضعفها - تعكس أثر جانبيين: جانب الارتفاع، وجانب تشكيل ونشاط المنخفضات الحرارية.

٥- يلاحظ أن خطوط احتمالات الحدود العليا لمعدلات الأمطار في قطر تتقارب في منطقتين: المنطقة الأولى في الشمال، ويمثلها محيط مواقع رصد كل من «الماجدة - روضة الفرس - أم الشخوط - الصفيريات». والمنطقة الثانية في الوسط، خطوط احتمالات المطر بعرض شبه الجزيرة، وذلك من محور «دخان - أم باب» إلى محور «الدوحة - الوكرة»، هذه الخصائص توحي بأن هاتين المنطقتين ربما تمثلان من ناحية خط سير المنخفضات الجوية، وتقابل الجبهات المتباعدة في خصائصها ضمن حدود هاتين المنطقتين من ناحية ثانية، إلا أن الشمال القطري يبدو أكثر تصيدا لمثل هذه المنخفضات.

(ب) احتمالات سقوط عشرة حدود مختارة من الأمطار السنوية (نسبة مئوية):

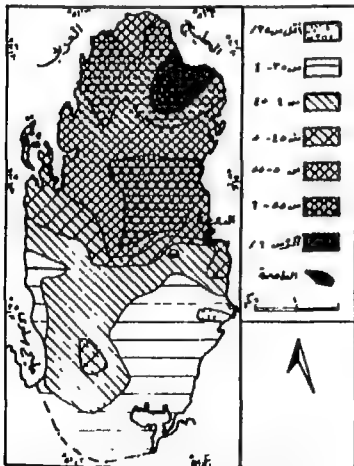
استكمالا للدراسة جانب احتمالات الحدود الدنيا والعليا لمعدلات الأمطار السنوية تم اختيار عشرة حدود من الأمطار السنوية، حيث تقع هذه الحدود بين (٢٥-٢٥٠) ملم بفاصل (٢٥) ملم، وحساب نسبة احتمال حدوث كل قيمة منها لحوالي (٢٦) موقعا للرصد بما فيها الدوحة، ومن ثم تمثيل احتمالات الحدود المختارة بخرائط خطوط نسبية متساوية، للتعرف على مناطق تركزها من ناحية، ووضع المشرع لمشروعات استغلالها وفق كفايتها وتلبيتها لاحتياجات السكان والزراعة مستقبلا من ناحية ثانية.

ومن قراءة وتحليل خرائط احتمالات حدود الأمطار المختارة (٦-٧/١)، (٦-٧/٢) نستخلص الخصائص التالية:

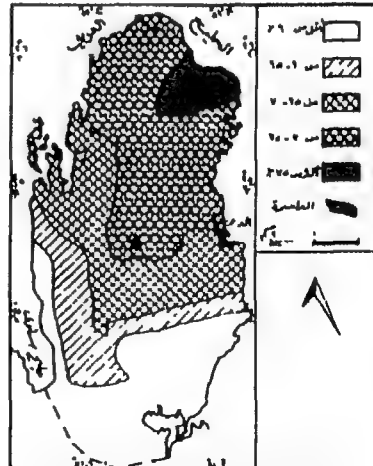
١- يتبين أن احتمال سقوط أكثر من (٢٥) ملم من الأمطار (خريطة ٦-٧/١) يتراوح بين (٧٥٪ و ٨٥٪)، إلا أن توزيع هذه النسب يتفاوت ما بين مناطق قطر المختلفة، فنلاحظ أن خط احتمال (٨٥٪) فأكثر يحصر المنطقة الواقعة إلى الشمال من خط عرض الوكير، وإلى الشرق من محور مواقع رصد



٢- احتمالات سقوط ما يزيد عن ٢٥ ملم من الأمطار (٢)



٣- احتمالات سقوط ما يزيد عن ٧٥ ملم من الأمطار (٣)



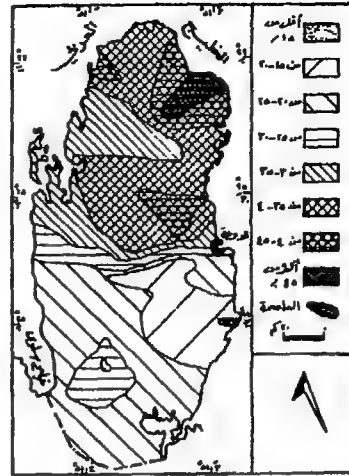
٤- احتمالات سقوط ما يزيد عن ١٠٠ ملم من الأمطار (٤)

شكل رقم (٦-٧) فراط احتمالات سقوط فئاتها أمطار بين ٢٥ - ١٠٠ ملم (نسبة مئوية)

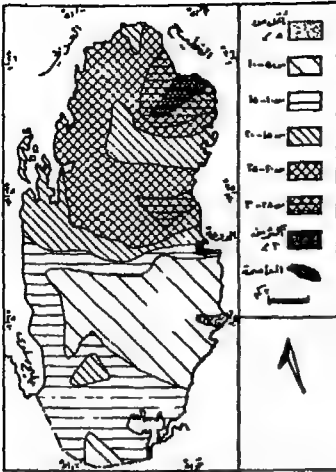
«الجميلية - النصرانية - ميل ٣٢»، وهذا يعني أن المنطقة تمثل حوالي (٥٠٢٥,٥) كم^٢، أي بنسبة (٨,٤٢٪) من مساحة قطر، أما أقلها بالنسبة لفئات الاحتمال، فتتمثل في أقصى جنوب قطر، خاصة منطقة سودانيل، حيث تقل نسبة الاحتمال عن (٧٥٪). يتشكل نسبة صغيرة من المساحة تبلغ في حدود (١٦٣٩,٩) كم^٢، أي بنسبة (١٤٪) من مساحة قطر. كما نلاحظ أن فرص احتمال سقوط هذه الكمية من الأمطار على الساحل الشرقي أكبر من مثيلتها على الساحل الغربي لقطر، حيث لا تقل النسبة في الأولى عن (٨٤,٤٪)، في حين لا تزيد في الثانية على (٧٩,٤٪).

٢- تشير خريطة احتمالات سقوط أكثر من (٥٠) ملم (٦-٧/أب) إلى أن شبه جزيرة قطر تنقسم إلى خمس فئات احتمال تتراوح نسبها ما بين أقل من (٦٠٪) إلى أكثر من (٧٥٪)، فإذا اعتبرنا خط احتمال (٧٠٪) الخط الأمثل، فإنه يؤكد على أن النصف الشمالي من قطر يستقبل أمطاراً تبلغ أكثر من (٥٠) ملم وينسب احتمال تتراوح بين (٧٠٪ - أكثر من ٧٥٪)، ويتفق هذا الخط في امتداده نحو الغرب مع خط عرض الدوحة، ونحو الشمال والشمال الغربي مع محور «الجميلية - النصرانية - ميل ٣٢»، ويضم مساحة تبلغ في حدود (٦١٣٦,٤) كم^٢، أي بنسبة (٥٥,٢٪) من مساحة قطر، وإلى الجنوب والغرب من الخط الأمثل تتناقص احتمالات سقوط أكثر من (٥٠) ملم، وتبلغ أدنى نسبة احتمال لها أقل من (٦٠٪) في المنطقة الواقعة إلى الجنوب من هذا الخط، حيث يمتد من مسيعيد باتجاه الغرب والجنوب الغربي، فيضم منطقة النقيان وسودانيل، ثم يتجه عند العامرية إلى الشمال الغربي ليضيف الساحل الغربي إلى الجنوب من أم باب إلى المنطقتين السابقتين، وبهذا يغطي مساحة تبلغ (٣٨٠٨,٨) كم^٢، أي بنسبة (٣٢,٤٪) من مجمل مساحة قطر.

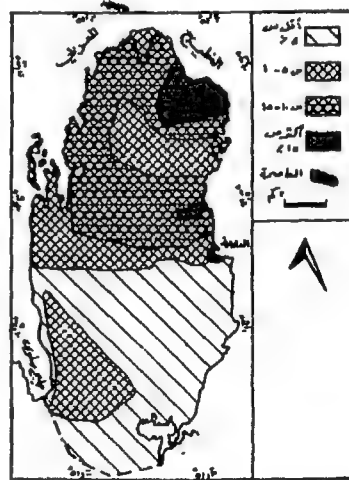
٣- نشاهد من واقع خريطة احتمالات سقوط (٧٥) ملم فأكثر (٦-٧/أج) أن خط احتمال (٥٠٪) يمثل حداً فاصلاً بين الشمال والجنوب، حيث ينطلق هذا خط من مدينة الدوحة باتجاه الغرب حتى منطقة أم الواقع، فيتجه بعدها نحو الشمال الغربي ليحصر بموقع رصد النصرانية فالأطراف الجنوبية لدوحة الحصين



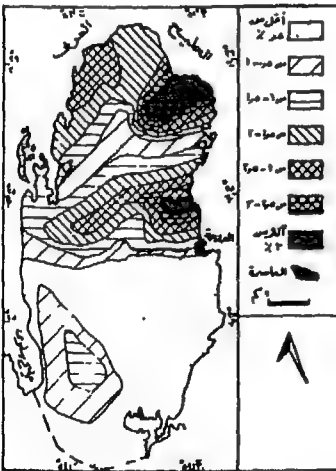
د- إجمالات سقوط ما يزيد على ١٠٠ ملم من الأمطار (٢)



هـ- إجمالات سقوط ما يزيد عن ١٢٥ ملم من الأمطار (٣)



و- إجمالات سقوط ما يزيد على ١٥٠ ملم من الأمطار (٤)



ز- إجمالات سقوط ما يزيد على ٢٠٠ ملم من الأمطار (٥)

شكل رقم (٦٧-٦٢) خرائط إجمالات سقوط فئات الأمطار بين ١٠٠-٢٠٠ ملم (نسبة مئوية)

فيقطع محوريا شبه جزيرة أبروق وجزيرة حوار، فإلى الشمال من هذا الخط تتزايد احتمالات سقوط أكثر من (٧٥) ملم من الأمطار حتى تبلغ أقصاها في منطقة روضة الفرس التي تزيد فيها فرص الاحتمالات على (٦٤٪)، بينما تتناقص فرص احتمالات سقوط مثل هذه الكمية بالاتجاه نحو الجنوب من هذا الخط حتى تبلغ أدناها (٣٤,٥٪) في منطقة مسيعيد، ويبدو أن خط احتمال (٤٠٪) يمثل الحد الشمالي للمنطقة الجنوبية الشرقية الممتدة من محور «الوكير - دكا - الكرعانة»، وللمنطقة الجنوبية الواقعة بين «ترينا - أبوسمرة»، والحد الغربي للشريط الساحلي الممتد إلى الجنوب من أم باب.

٤- يتضح من خريطة احتمالات سقوط (١٠٠) ملم فأكثر (٦-٧/٥٢) أن خط احتمال (٣٠٪) الواصل بين الدوحة ودخان يمثل حدا فاصلا بين الشمال والجنوب، فمن هذا الخط تتزايد احتمالات سقوط (١٠٠) ملم بالاتجاه نحو الشمال، حيث تبلغ نسبة الاحتمال (٤٧,٦٪)، وتضم منطقة روضة الفرس ولا تقل عن (٤٠٪) في مثلث «العطورية - أم الأفاعي - وادي الواسعة» الواقع إلى الشمال الغربي من الدوحة، في حين تتناقص حدود احتمالات سقوط (١٠٠) ملم بالاتجاه نحو الجنوب حتى تصل إلى أقل من (١٥٪) في منطقة مسيعيد، وباستثناء منطقة العامرية التي تستحوذ على فرص أفضل قد تصل إلى (٣٠,٥٪)، فإن بقية المناطق في الجنوب القطري تتراوح فيها نسب احتمالات سقوط (١٠٠) ملم بين (٢٠٪ و ٢٥٪).

٥- تكشف خريطة احتمالات سقوط (١٢٥) ملم من الأمطار السنوية (٦-٧/٢هـ) عن تركيز أدنى النسب على امتداد الساحل الشرقي، ابتداء من الدوحة باتجاه الجنوب حتى مشارف خور العديد، ويعمق يصل إلى حوالي (٨٧) كم باتجاه الغرب، حيث تبلغ أقل من (١٠٪)، وقد تصل إلى (٤,٦٪) في منطقة مسيعيد، بينما سجل موقع رصد روضة الفرس في النصف الشمالي من قطر فرصا أفضل لسقوط هذه الكمية بلغت (٣١,٢٪)، ويلاحظ أن خط تساوي الاحتمالات (١٥٪) الممتد بين الدوحة ودخان يعبر عن مدى التباين بين الشمال القطري الذي تتزايد فيه نسب احتمالات استقبال كميات من الأمطار قد تفوق (١٢٥) ملم، وبين جنوبه الذي يفتقر إلى مثل هذه الفرص فيما عدا



منطقة العامرية التي يبدو أنها تحظى بخصائص الشمال القطري أو الوسط على وجه التحديد.

٦- من خريطة احتمالات سقوط (١٥٠) ملم من الأمطار (٦-٧/٢) يتضح أن الشمال القطري ما برح يحتفظ بتفوقه في احتمالات سقوط مثل هذه الحدود، حيث تبلغ النسبة في منطقة روضة الفرس أكثر من (١٨٪)، إلا أن بؤرة تمتد من الساحل الشرقي بين الذخيرة وسميسة باتجاه الغرب والشمال الغربي حتى الصفيريات تكسر هذا الاحتكار، حيث تقل فيها نسبة الاحتمالات عن (٥,٥٪)، وتتفق في هذا مع الوسط القطري، ولكنها تفوق معظم مناطق الجنوب القطري، باستثناء مثلث «العامرية - أبو سمرة - ترينا» الذي تزيد فيه النسبة على (٧٪).

٧- من واقع خريطة احتمالات سقوط (٢٠٠) ملم من الأمطار (٦-٧/٢) نلاحظ أن هناك منطقتين تتركز فيهما فئات الاحتمال العليا، تمثل الأولى في الشمال الشرقي ومركزها موقع رصد روضة الفرس، ونسبة الاحتمال فيها تبلغ (٤٪)، تتناقص نسب الاحتمالات بالابتعاد عن المركز وخاصة باتجاه الجنوب حتى خط عرض مدينة الخور، حيث تأخذ النسب مرة أخرى بالتزايد حتى المنطقة الثانية ضمن موقع وادي الواسعة، فتبلغ فيها نسبة الاحتمال (٤,٣٪)، وفي الجنوب القطري تكاد النسب لا تذكر لضآلتها.

من هذا العرض عن احتمالات سقوط الحدود المختارة من الأمطار التي تتراوح ما بين (٢٥ و ٢٥٠) ملم نخلص إلى الحقائق التالية:

١- أهملنا ثلاثة من الحدود المختارة وهي (١٧٥، ٢٢٥، ٢٥٠) ملم، لبعض التشابه في نسب احتمالات سقوطها من جهة، ولضعف الاحتمالات التي لا تصل نسبتها حتى إلى (١٪) من جهة ثانية.

٢- تتناسب نسب الاحتمالات تناسباً عكسياً مع حدود الأمطار المختارة، بمعنى أن نسب الاحتمالات المرتفعة تتفق وقيم الأمطار المتدنية، فكلما تزايدت الحدود المختارة للأمطار، قلت نسب احتمالاتها وتضاءلت فرص سقوطها.

٣- ينفرد الشمال القطري مع الوسط بفرص أفضل واحتمالات أقوى في استقبال كميات من الأمطار في الحدود المختارة، في حين تتضاءل هذه الفرص في الجنوب القطري باستثناء منطقة العامرية التي يحتمل أن تتساوى في أمطارها مع الوسط أو بعض مواقع الشمال.

٤- تؤكد مجموعة الخرائط على أن منطقة مسيعيد الواقعة على الساحل الجنوبي الشرقي أقل المناطق احتمالا في سقوط الأمطار ضمن الحدود المختارة التي تتراوح بين (٧٥ و ٢٠٠) ملم، في حين تفوق كثيرا من المناطق في احتمالات سقوط الأمطار في الحدود بين (٢٥ و ٥٠) ملم.

٥- تحتفظ كثير من مواقع الرصد بتفوقها المتواصل في نسب احتمالات سقوط حدود الأمطار المختارة، وأخص بالذكر موقع رصد روضة الفرس الواقع وسط النصف الشمالي من قطر.

(ج) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار السنوية:

لعل الاعتماد على احتمالات سقوط الأمطار أكثر أهمية من الاعتماد على المعدلات، لذا قمنا بحساب فترات الرجوع Return Periods، واحتمالات سقوط الأمطار لكل من البيانات التالية:

* مجموع كمية الأمطار السنوية في مطار الدوحة للمواسم (٦٢/٦٣-٩٣/٩٤).
* أقصى كمية من الأمطار السنوية في قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢). وجدنا من الأفضل ترتيب البيانات ترتيبا تنازليا، حيث تم حساب احتمال حدوث كل قيمة حسب المعادلة التالية:

$$ح = ر / ن + ١$$

حيث :

ح = احتمال حدوث كل قيمة.

ر = رتبة كل قيمة مطرية.

ن = عدد سنوات الرصد (مجموع عدد القيم).

أما فترة الرجوع فيمكن استخراجها وفق المعادلة التالية:

$$\text{فترة الرجوع} = \frac{n}{1 + r}$$

ومن الشكلين (٦-٨ أ، ب) نستنتج الخصائص التالية:

١- يتبين أن مجموع كمية الأمطار السنوية في الدوحة للفترة (٦٢/٦٣-٩٤/٩٣) (شكل رقم ٦-١٨) ترتبط مع فترة الرجوع في علاقة أسية موجبة، بلغت قيمتها $(+0.88)$ ، وهذا يعني أن هذه الأمطار تتأثر بعوامل أخرى بلغت نسبتها (23%) ، وهو ما يؤكد شذوذ بعض القيم وخاصة القيم العليا التي تزيد على (140) ملم، وبعض القيم من الفئات الوسطى بين (60) و (84) ملم.

٢- يمكن صياغة المعادلة الأسية التي تمثل العلاقة بين المتغيرين كالتالي:

$$\text{ص} = 27.3 \text{ س}^{0.81}$$

حيث: ص = مجموع الأمطار السنوية. س = فترة الرجوع (بالسنوات).

٣- يشير الرسم البياني (شكل رقم ٦-١٨) إلى أن احتمال حدوث القيم التي تزيد على (190) ملم لا يتعدى (5%) .

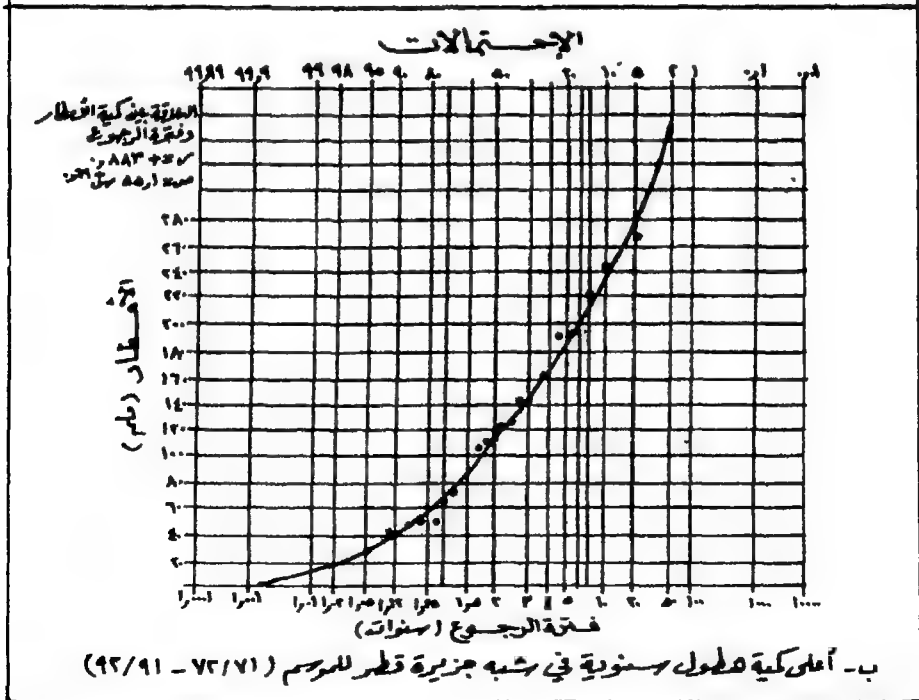
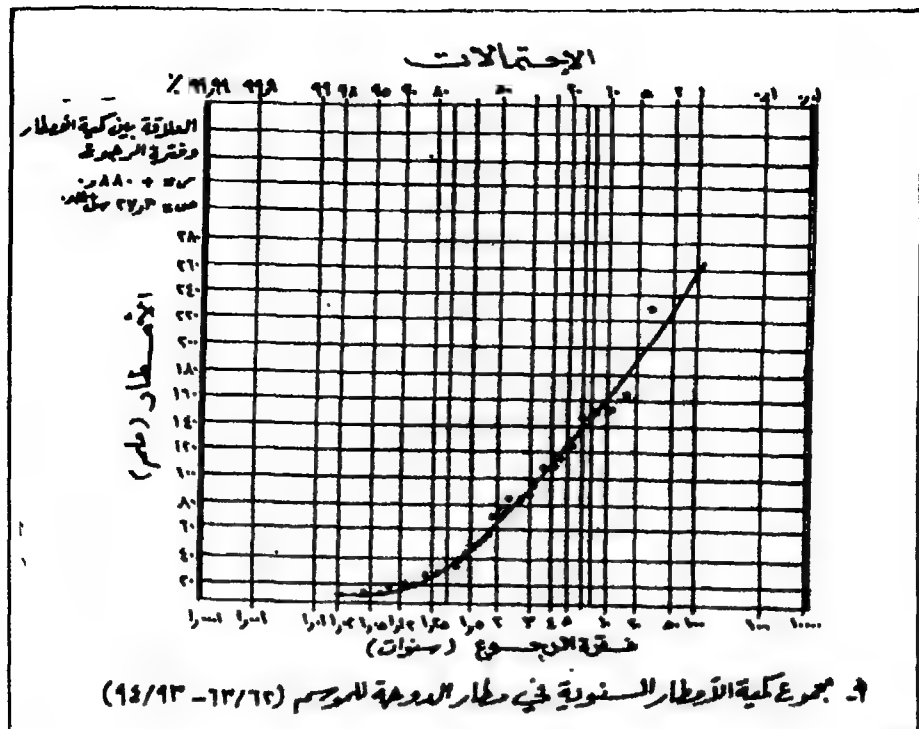
٤- من الرسم نستطيع أن نتوقع احتمالات حدوث وفترات رجوع القيم التالية:

جدول رقم (٦-٦)

استنتاج احتمالات سقوط حدود مختارة من الأمطار السنوية (ملم) وفترات رجوعها

القيمة	٣٠	٦٠	٩٠	١١٠	١٣٠	١٥٠	١٨٠
احتمالات الحدوث	٧٠٪	٥٢٪	٤٠٪	٣٠٪	١٨٪	١٢٪	٦٪
فترات الرجوع	مرة كل						
(سنة)	١	٢	٣	٤	٦	٨	١٧

٥- يتضح أن احتمالات سقوط كمية من الأمطار تقل عن (60) ملم يتراوح ما بين (50%) و (96%) ، ويتوقع أن تحدث مرة كل سنة أو سنتين.



تستخدم (٦-٨) احتمالات وفترات مجموع الأمطار السنوية وأعلى المطول في الدوحة وقطر لفترات مختلفة



أما بالنسبة لأقصى كمية هطول سنوية من الأمطار في قطر فيمكن أن نقف على خصائصها الاحتمالية من خلال قراءة (شكل رقم ٦-٨ ب)، حيث نرصدها في النقاط التالية:

١- يبدو أن أقصى كمية هطول سنوي في قطر يفوق في علاقته مع فترة الرجوع العلاقة السابقة بين مجموع كمية الأمطار السنوية وفترة الرجوع بفارق بسيط، حيث بلغت قيمة هذه العلاقة الطردية (+٨٨٣،٠)، وهذا يعني أن (٧٨٪) من الاختلافات في أقصى كمية هطول سنوي يرجع إلى التباوت في فترات الرجوع، في حين يعزى (٢٢٪) إلى عوامل أخرى.

٢- العلاقة القوية الموجبة التي تربط بين المتغيرين تمثلها معادلة أسية صياغتها كالتالي:

$$ص = ١,٥٥س + ٠,٦٩$$

حيث: ص = تمثل قيم أقصى كمية هطول سنوية. س = فترة الرجوع (سنة).

٣- من هذه المعادلة والعلاقة الطردية نخلص إلى أن بعض القيم تنحرف عن الخط الأمثل، وخاصة تلك التي تمثل فئات القيم العليا والوسطى.

٤- يلاحظ أن احتمالات سقوط أكثر من (٢٤٠) ملم يتراوح ما بين (٤٪ و ٩٪)، وأن احتمال سقوط أقل من (٦٠) ملم يتراوح بين (٧٥٪ و ٩٦٪)، بحيث يتوقع أن تحدث مرة كل سنة.

٥- يمكننا على ضوء تحليل الرسم البياني (شكل رقم ٦-٨ ب) أن نتوقع سقوط حدود معينة من أقصى كمية تقع بين (٦٠-٢٤٠) ملم، نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٧)

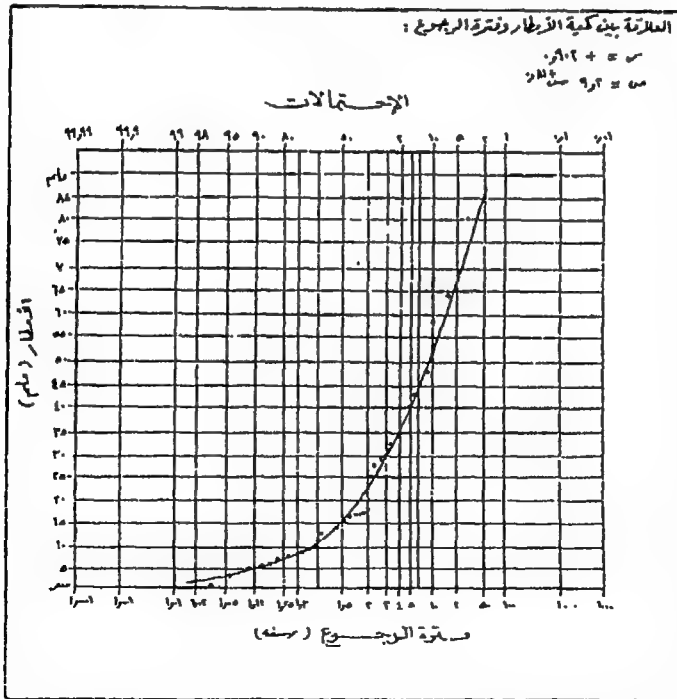
استخلاص احتمالات سقوط أقصى كمية من الأمطار (ملم) وفترات رجوعها

أقصى كمية هطول	٧٠	٩٠	١١٠	١٤٠	١٧٠	٢٠٠	٢٣٠
الاحتمالات %	٦٨	٦٠	٥٠	٤٠	٢٨	١٧	١٠
فترات الرجوع (سنة)	— مرة كل						
	١	١	٢	٣	٤	٥	١٠

(د) احتمالات حدوث وفترات رجوع الأمطار اليومية:

من خصائص الأمطار اليومية في قطر أنها تسقط في زخات قوية، وأن أطول سجل مطري لا يوجد إلا في الدوحة، لذا اعتمدنا بياناتها المطرية في حساب احتمالات أقوى الزخات خلال العام، وفترات رجوع كل منها، بحيث تم ترتيب القيم - كما أوضحنا سابقا - ترتيبا تنازليا، ولعلنا نود في هذا المقام أن نلفت النظر إلى أننا أهملنا عند حساب العلاقة بين قيم أقوى الزخات وفترة الرجوع أدنى قيمة هي (٠,٢) ملم؛ لأن إشارتها السالبة عند تحويلها إلى ما يقابلها من القيم اللوغاريتمية تؤثر على هذه العلاقة، كما تبين لنا أن ضرب كل قيمة من قيم أقوى الزخات من الأمطار في الرقم (١٠) ومن ثم تحويلها إلى قيم لوغاريتمية يؤدي إلى خفض قيمة معامل الارتباط بمقدار (٢١٪)، لذا فضلنا أن تقتصر القيم على العدد (٣٢) وعدم اللجوء إلى عملية الضرب رغم أنها تظهر في الرسم البياني.

ومن (الشكل رقم ٦-٩) الممثل للعلاقة بين فترة الرجوع واحتمالات سقوطها من جهة، وبين أقوى الزخات في يوم واحد من جهة ثانية، نقف على أهم الخصائص التالية:



شكل رقم (٦-٩) العلاقة بين فترة الرجوع وأقوى الزخات من الأمطار في يوم واحد في موقع مرصد الدوحة للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)

١- من الواضح أن أعلى قيمة من الزخات المطرية نادرة الحدوث؛ لأن نسبة احتمالها قد تبلغ في حدود (٥, ٣٪)، وأنها لم تتكرر إلا مرة واحدة على مدى السجل المطري للدوحة، لذا نلاحظ أنها تشد - إضافة إلى بعض القيم الواقعة بين (٥٥ و ٦٥) ملم - عن مجموعة قيم أعلى الزخات التي تبدو وكأنها عقد منظوم.

٢- يتبين أن بعض الزخات من الأمطار اليومية التي لا تزيد الواحدة منها على (٩, ١٧) ملم تحدث مرة كل سنة على الأقل، بينما تحدث بعض الزخات الأقوى التي تسقط في الواحدة منها بين (٥, ٢٢ و ٣, ٢٦) ملم مرة كل سنتين، أما الزخات التي تفوق هذه القيم وتقع بين (٣٣ و ٦, ٣٩) ملم فقد تحدث مرة كل ثلاث أو أربع سنوات، ومن الواضح أن الزخات التي يسقط في الواحدة منها (٤٥) ملم تحدث مرة كل (٧) سنوات، في حين أن أعنف الزخات التي تسقط في الواحدة منها بين (٥٠ و ٥٥) ملم قد تحدث مرة كل عشر سنوات على الأقل.

٣- يتضح أن العلاقة التي تم استخراجها حسب الأسس التي أفصحنا عنها سابقا تفوق تلك التي تربط بين مجموع كمية الأمطار السنوية، وأقصى كمية هطول كل في علاقة مع فترة الرجوع، حيث بلغت في هذه الحالة (+٩٠٢, ٠)، وهذا يعني أن كثيرا من القيم قد تتحقق بنسبة تزيد على (٩١٪)، وأن (١٩٪) من الاختلافات قد ترجع إلى عوامل أخرى.

٤- وفي استخدامنا للرسم البياني تمكنا من استخلاص احتمال حدوث أقوى الزخات وما يقابلها من فترات رجوع، نجلولها كالتالي:

جدول رقم (٦-٨)

استخلاص أقوى الزخات واحتمالات حدوثها وما يقابلها من فترات رجوع

فترات الرجوع (سنوات)	٢	٣	٤	٥	٦	٧	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥
أقوى الزخات/ملم	٢٣	٢٨	٣٦	٤١	٤٤	٤٧	٥١	٦٠	٦٦	٦٩	٧٤	٨٠
الاحتمالات %	٤٠	٣٠	٢٠	١٨	١٥	١٢	١٠	٧	٥	٤	٣	٣

وخلاصة تحليل احتمالات الأمطار السنوية واليومية وفترات رجوعها تم تجميعها في (شكل رقم ٦-١٠)، وقد بني هذا الشكل على أساس استخلاص القيم المطرية المقابلة لفترات رجوعها، حيث نستنتج من قراءة الشكل الخصائص التالية:

١- نؤكد على أن العلاقة بين القيم المطرية للعينات الثلاث طردية (موجبة)، ولكنها تتفاوت في قوتها، فكمية الأمطار المتوقعة في الدوحة على مدى (٤٠) سنة، تبلغ قيمة معامل ارتباطها في حدود (+٩٩٨,٠)، بينما تبلغ بالنسبة للكميات المتوقعة من أقصى هطول سنوي في قطر (+٩٩٥,٠)، ويلاحظ أن أدنى هذه العلاقات تتمثل في أقوى الزخات من الأمطار في الدوحة، إذ تبلغ (+٩٨٤,٠).

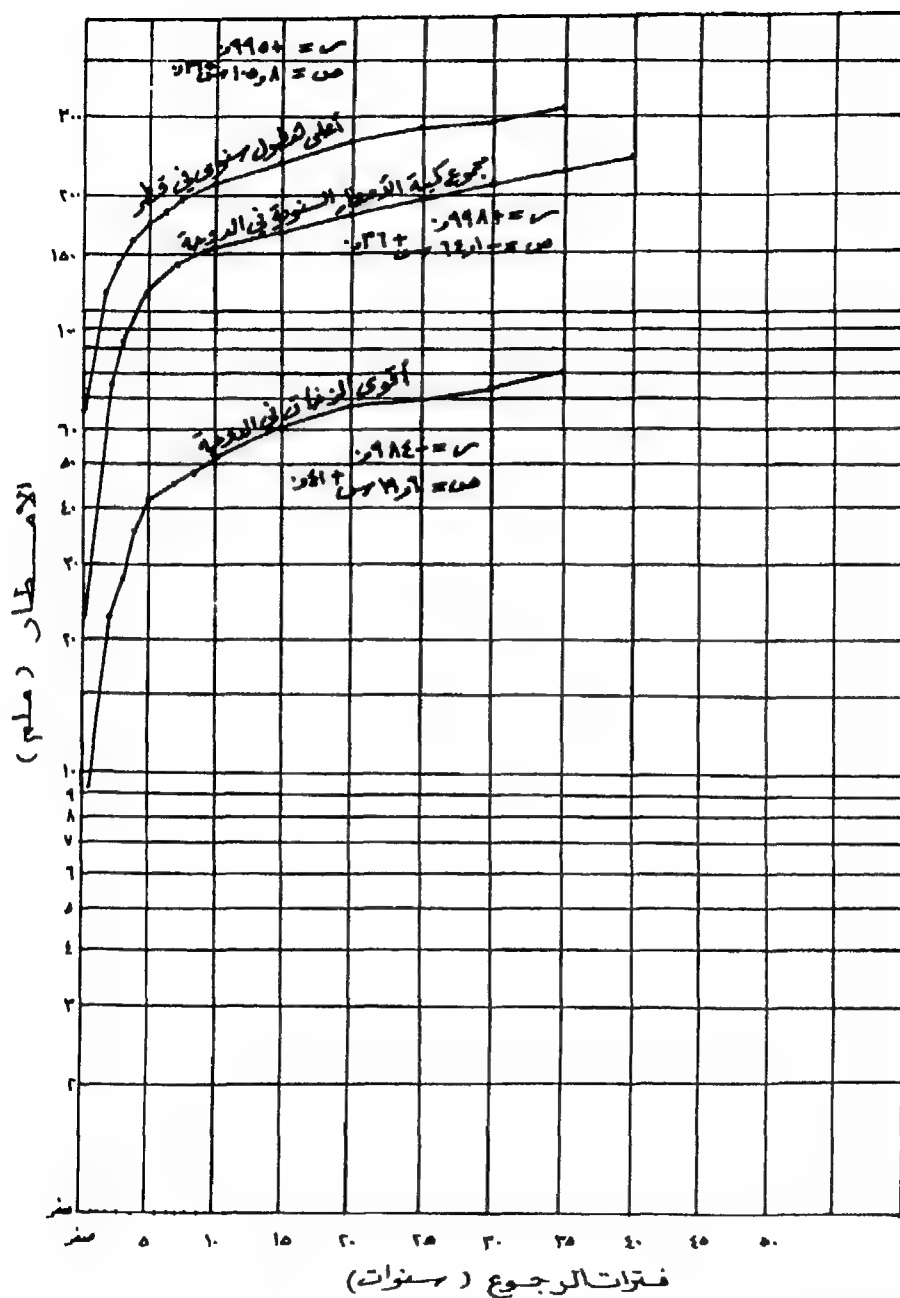
٢- يلاحظ أن أقوى الزخات اليومية التي تسقط على الدوحة مرة كل ستين لا تقل عن (٢٣) ملم، بينما يتوقع أن تتراوح كمية الأمطار السنوية التي تستقبلها الدوحة مرة كل ستين بين (٧٥ و ٨٠) ملم، في حين لا يقل أقصى هطول سنوي متوقع على قطر عن (١٢٥) ملم.

٤- معدلات الأمطار وتقديراتها العامة في شبه جزيرة قطر:

لتقدير كمية التساقط اتبعنا الأسلوب التالي:

(أ) تقسيم أراضي قطر إلى قسمين: القسم الشمالي، والقسم الجنوبي، يفصلهما خط يصل بين مدينتي الدوحة في الشرق ودخان في الغرب، ثم قدرت مساحة كل قسم على حدة.

(ب) تم تقسيم القسمين الشمالي والجنوبي إلى أقسام ثانوية بحسب ما ورد في التقسيم الإداري لوزارة البلديات، وأطلقنا عليها اسم (منطقة)، وقدرت فيما بعد مساحة كل منطقة مستخدمين طريقة المربعات، والجدول التالي يوضح ذلك:



شكل رقم (٦ - ١٠)
 تحويل أهميات الأمطار السنوية وفترات رجوعها

جدول رقم (٦-٩)

توزيع المساحة بين مناطق شبه جزيرة قطر (كم^٢)

القسم الجنوبي				القسم الشمالي			
المنطقة	المساحة كم ^٢	% من م ق	% من م ك	المنطقة	المساحة كم ^٢	% من م ق	% من م ك
الشمال	١٠٨٧,٤٨٢	٢٢,٥	٩,٣	الجميلية ج	١٠٢٧,٥٩٧	١٤,٩	٨,٧
الغوييرة	٦٤٣,٦٨١	١٣,٣	٥,٥	قريلان ج ق	٨١٦,٦٤٢	١١,٨	٧,٠
الحور	١٠٣٤,٤٠٧	٢١,٤	٨,٨	الدوحة ج	٨٧,٥٣٨	١,٣	٠,٧
أم صلال	٥٠٤,٢١٨	١٠,٤	٤,٣	الوكرة	١٢٢٧,٠٣٦	١٨,٣	١٠,٨
الجميلية ش	١٣٣٩,٩٠٦	٢٧,٧	١١,٤	جربان البطنة	٣٧١٣,٥٨٥	٥٣,٧	٣١,٦
الريان ش غ	١٣٧,٥٨٧	٢,٨	١,١				
الدوحة ش	٩٠,٣٢١	١,٩	٠,٨				
للمجموع	٤٨٣٧,٦٠٢	%١٠٠	%٤١,٢		٦٩١٢,٣٩٨	%١٠٠	%٥٨,٨

ملاحظة: (١) م ق: تعني مساحة القسم، م ك: تعني المساحة الكلية.

(٢) ج: جنوب، ق: شرق، ش: شمال، غ: غرب.

(ج) تم استخراج معدل المطر المعياري لكل قسم ومنطقة (الجدولان الملحقان ٦-١، ٦-٢)، مستعينين لهذا الغرض بمجموع الأمطار السنوية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، [مع ملاحظة أننا استكملنا البيانات المفقودة اعتماداً على قراءة خرائط توزيع الأمطار في هاتيك المواسم، ومن ثم إيجاد معاملات الارتباط بينها والاستعانة بأقربها كمواقع أدلة]، واستخدمنا طريقة خطوط المطر المتساوية لكل سنة على حدة؛ لأنها تمثل إحدى الطرائق الهامة في تقدير معدلات الأمطار، سواء في أحواض الأودية أو في أي منطقة معلومة المساحة (Thomson and Benson, 1970, P. 18)، وقد توصلنا إلى النتائج التالية:

(١) بالنسبة لمعدلات المطر المعيارية:

١- يتناسب المعدل المعياري للأمطار مع مجموع الأمطار الحقيقية المسجلة في كل موسم مطري.

٢- يتبين أن معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي أكثر انسجاماً -ولو بدرجة طفيفة- مع معدل المطر المعياري لشبه جزيرة قطر، بدليل معامل الارتباط الذي بلغ

(+٩٧٩,٠)، مقارنة بالمعدل المعياري لامطار القسم الشمالي والذي بلغ فيه معامل الارتباط بينهما (+٩٧٨,٠)، وأن معادلة خط الانحدار بينهما يمكن صياغتها على النحو التالي:

$$م ش = ١,٢٣٣٨ + ١,١٠١١ م ق، م جـ = ٠,٩٢٢٦ م ق - ١,٥٧٨٨$$

حيث: م ش = معدل المطر المعياري للقسم الشمالي.

م جـ = معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي.

م ق = معدل المطر المعياري لشبه جزيرة قطر.

٣- يتضح أن معدل المطر المعياري للقسم الشمالي يفوق في كمياته معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي، ورغم أن العلاقة بينهما قوية قد تبلغ (+٩١٧,٠)، إلا أن تفوق بعض معدلات المطر في القسم الجنوبي للمواسم (٧٣/٧٢، ٧٥/٧٤، ٨١/٨٠، ٨٥/٨٤) قد أثر على هذه العلاقة، وحال دون رقيها إلى مستوى العلاقتين السابقتين، وأن معدل الزيادة للمواسم السابقة يتراوح بين (١,٢ و ١٩,٩) ملم وخاصة موسمي (٨٥/٨٤، ٧٤/٧٣)، أي بنسبة زيادة تتراوح بين (٩٪-٣٠٪)، في حين بلغت الزيادة في معدلات المطر المعيارية للقسم الشمالي على معدلاتها في القسم الجنوبي ما بين (٩,٠ ٪) للموسم ٨١/٨٢، وحوالي (٢,٨٤٪) للموسم (٨٩/٩٠) والجدول التالي يوضح هذه الخصائص:

جدول رقم (٦-١٠)

إجراء مقارنة لمعدلات الزيادة ونسبها المئوية بين القسمين الشمالي والجنوبي

المواسم	الزيادة (ملم)	% من معدل القسم الشمالي	% من معدل القسم الجنوبي
٧٣/٧٢	٥,١	٢٥,١	٢٠,١
٧٤/٧٣	١٩,٩	٤٤,٤	٣٠,٨
٧٥/٧٤	٥,٩	٩,٨	٩,٠
٨١/٨٠	١٣,٦	٣٧,٦	٢٧,٣
٨٥/٨٤	٢,١	١٧,٥	١٤,٩

وهذا يعني أن نسبة الزيادة العامة بين القسمين تبلغ (٢٤٪) وقد تم استخراجها على أساس الفرق بين معدل المطر المعياري العام للقسم الشمالي (١٨,٠٤) ملم، ومعدل المطر المعياري العام للقسم الجنوبي المقدر بحوالي (٦٥,٣٨) ملم، والذي يبلغ (١٥,٦٥) ملم، وقد نسبت هذه القيمة لمعدل المطر المعياري العام للقسم الجنوبي على النحو التالي:

$$١٥,٦٥ \div ٦٥,٣٨ \times ١٠٠ = ٢٣,٩٤ = ٢٤\% \text{ تقريبا.}$$

٤- من خلال إيجاد العلاقة بين كل من المعدلات المعيارية للأمطار في كل موسم مطري للقسمين الشمالي والجنوبي من جهة، وبين المجموع السنوي للأمطار في الدوحة للموسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) من جهة ثانية، وتمثيل هذه العلاقة بيانياً (الشكل ٦-١١ أ، ب) يتبين أن العلاقة بينهما موجبة، وقوية نوعاً ما، رغم تناثر بعض القيم بعيداً عن خط الانحدار، وخاصة القيم الممثلة للموسم (٨٢/٨٣)، الذي لا تقل معدلات المطر فيه عن (١٠٠) ملم، بل قد تزيد في بعض مواقع الرصد (الجميلية مثلاً) على (٢٠٠) ملم، وقد بلغت قيمتا معامل الارتباط (+٠,٨٣٦، +٠,٨٤٩) على التوالي، وتؤكد هاتان القيمتان على أن العلاقة بين معدلات المطر المعيارية للقسم الجنوبي والمجموع السنوي للأمطار أقوى، والقيم أقل تبعثراً، وبعضها أكثر التزاماً بخط الانحدار من نظيراتها التي أجريت بين القسم الشمالي والدوحة.

٥- تعكس العلاقة التي يوضحها (الشكل ٦-١١ أ، ب) معادلتى خط الانحدار التي يمكن عن طريقهما - رغم عدم استخدامهما لأنهما تحتاجان إلى بحث منفرد - تقييم السلسلة الزمنية للتغذية Recharge، هاتان المعادلتان يمكن صياغتهما كالتالي:

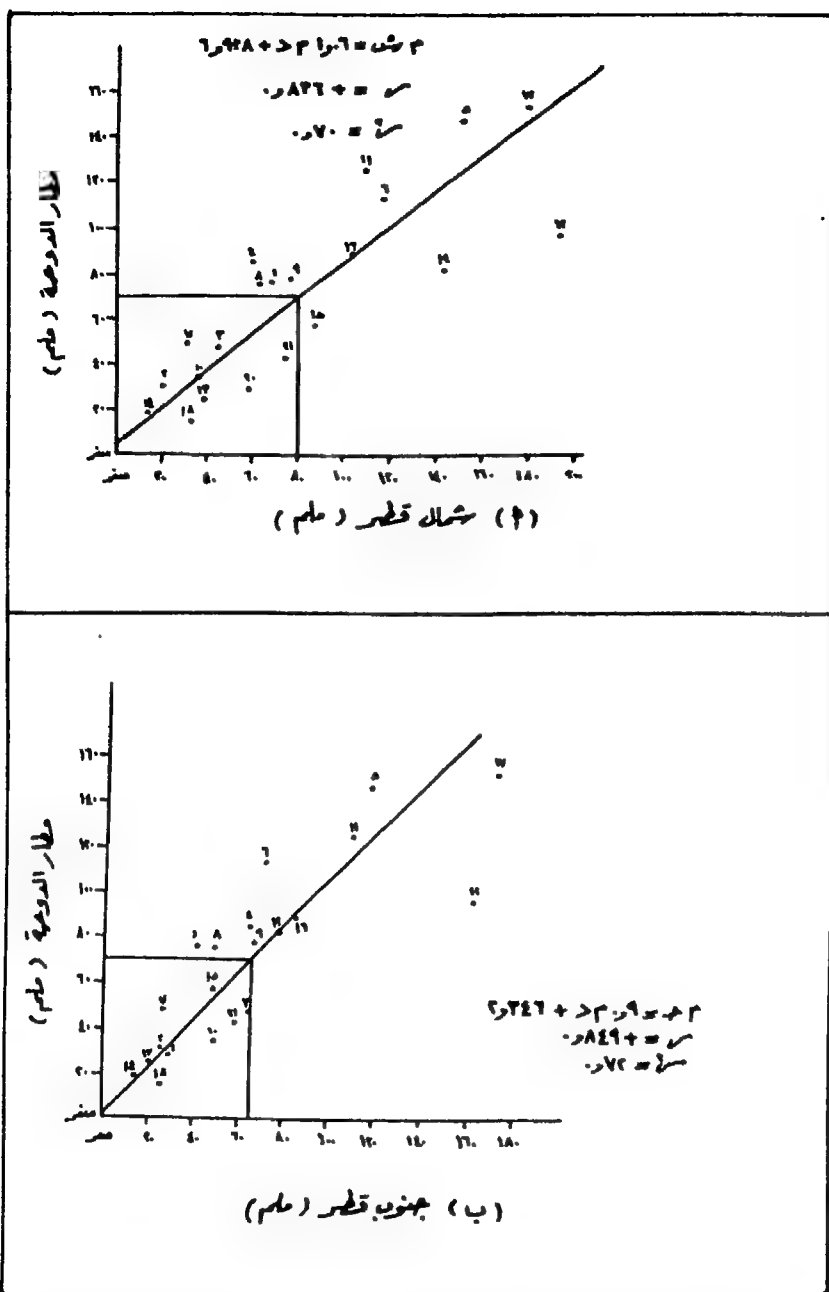
$$\text{م ش} = ١,٠٦ \text{ م د} + ٦,٩٢٨, \text{ معامل التحديد} = ٠,٧٠ \quad (١)$$

$$\text{م ج} = ٠,٩ \text{ م د} + ٢,٣٤٦, \text{ معامل التحديد} = ٠,٧٢ \quad (٢)$$

حيث: م ش = معدل المطر المعياري للقسم الشمالي.

م د = مجموع الأمطار السنوية في الدوحة.

م ج = معدل المطر المعياري للقسم الجنوبي.



شكل رقم (٦-١١) العلاقة بين المعدلات العيارية للأمطار في القسمين الشمالي والجنوبي لقطر وبين المجموع السنوي للأمطار في الدوحة

(ب) بالنسبة للتقديرات العامة لحجم التساقط:

يبدو أن تقديرات حجم التساقط (الجدول الملحق رقم ٦-٣) بطريقة خطوط المطر المتساوي - ووفق المعادلة التالية: $pa = PA$ ، P = معدل التساقط، pa = مجموع حجم التساقط بين خطوط المطر المتساوية، A = المساحة الكلية لمنطقة التساقط - عملية شاقة، إلا أنها قد تعطي نتائج يمكن الاعتماد عليها، ومن خلال استعراض نتائج حساب حجم التساقط لكل من القسمين الشمالي والجنوبي وشبه جزيرة قطر والمناطق الثانوية على مدى (٢١) موسما مطريا تبين لنا الخصائص التالية:

١- بلغ مجموع ما استقبلته شبه جزيرة قطر من أمطار (متوسط عمق الأمطار على شبه الجزيرة ككل) خلال فترة الرصد حوالي (٣٢٥، ٢٠٢٣٢) مليون م^٣، بمعدل سنوي (٩٦٣، ٤) مليون م^٣، في حين قدر مجموع حجم التساقط على القسمين الشمالي والجنوبي في حدود (١٢٧، ٢١٣٥٥) مليون م^٣، أي بمعدل سنوي (١٠١٦، ٩١) مليون م^٣، هذه القيم تشير إلى وجود فرق بين التقديرين المتعلقين بكمية الأمطار وبالتالي معدلاتها بلغ (١١٢٢، ٨)، (٥٣، ٥) مليون م^٣ على التوالي، ويعزى هذا الفرق إلى بعض التباين في معدلات الأمطار المعيارية ما دمنا اعتمدنا طريقة خطوط المطر المتساوية.

٢- كان نصيب القسم الشمالي من الأمطار على مدى الفترة (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١) في حدود (٨٢٣٢، ٦) مليون م^٣، بمعدل (٣٩٢) مليون م^٣/ السنة، بينما قدر حجم التساقط على القسم الجنوبي في نفس الفترة بحوالي (١٣١٢٢، ٥) مليون م^٣، بمعدل يصل إلى (٦٢٤، ٨٨) مليون م^٣/ السنة، ويرجع ذلك إلى تفوق مساحة القسم الجنوبي (٦٩١٢، ٣٩٨) كم^٢، التي تعتبر عاملا حاسما في حساب حجم التساقط مقارنة بمساحة القسم الشمالي التي تبلغ (٤٨٣٧، ٦٠٢) كم^٢، وهذا يعني أن الزيادة تبلغ (٤٨٨٩، ٩) مليون م^٣، أي بنسبة (٥٩، ٤)٪ من حجم التساقط في القسم الشمالي.

٣- بلغ أعلى مجموع تقديري لحجم التساقط في القسم الجنوبي في الموسم (٨٨/٨٧) حوالي (١١٧٥، ١) مليون م^٣، مقابل (٨٦٣) مليون م^٣ في القسم الشمالي، أي بزيادة قدرت نسبتها بحوالي (٣٦، ٢)٪ من أمطار القسم

الشمالي، وينسحب هذا على المجموع التقديري لحجم التساقط في شبه جزيرة قطر بصفة عامة، حيث بلغ (٤, ٢٠٥٠) مليون م٣.

في حين بلغ أعلى مجموع تقديري لحجم التساقط في القسم الشمالي (٩٣٨, ٥) مليون م٣ للموسم (٨٣/٨٢)، مقابل (٨, ١١١٠) مليون م٣ في القسم الجنوبي، بزيادة بلغت نسبتها (٤, ١٨٪)، ويعزى تقلص الفارق إلى تزايد معدلات التساقط في القسم الشمالي، حيث بلغت في ذات الموسم (١٩٤) ملم، مقابل (١٦٠, ٧) ملم في القسم الجنوبي.

٤- يتبين من (شكل رقم ٦-١٢) أن المجموع التقديري لحجم التساقط يتفاوت بين موسم مطري وآخر تفاوته بين قسم وآخر، فنلاحظ أن المواسم المطرية (٧٦/٧٥، ٨٠/٧٩، ٨٣/٨٢، ٨٨/٨٧، ٩٠/٨٩) شهدت تزيادا في كميات الأمطار، أدت إلى التزايد في المجموع التقديري لحجم التساقط، وهي حالات تشير إلى مدى التذبذب الذي يطراً على عنصر المطر في شبه جزيرة قطر، وإلى الأهمية التي يجب أن توليها الدولة وتضعها في الاعتبار للاستفادة من هذه الخصائص، كما تؤكد السلسلة من خلال تقاطع الخط البياني للمجموع التقديري لحجم التساقط على التفاوت والتباين الواضح بين القسمين الشمالي والجنوبي، حيث تظهر تفوقا للقسم الجنوبي في الموسمين (٨٣/٨٢، ٨٨/٨٧)، في حين يتفوق القسم الشمالي في موسم واحد (٩٠/٨٩) بغض النظر عن بعض التجاوزات الطفيفة بينهما.

٥- وجود خمس قمم للمجموع التقديري لحجم التساقط، تنصدهما قمتان يزيد فيهما حجم التساقط على (٢٠٠٠) مليون م٣، ويبدو أنهما لم تتكررا على مدى الفترة الزمنية، فلابد من التقنين في استهلاك المياه، والمحافظة على مصادرها، واستغلالها بطريقة تحفظ استمراريتها وكفايتها.

٦- تؤكد السلسلة الزمنية على مدى التوافق والترابط في فصلية الأمطار بين القسمين الشمالي والجنوبي، مما يدعم ما نذهب إليه بأن مصدر الأمطار في قطر - رغم بعض التفاوت - واحد، ويتمثل في المنخفضات المتوسطة والسودانية وأحيانا المحلية منها. أما ما يتعلق بتقديرات حجم التساقط الرقمية

في مناطق شبه جزيرة قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، فالجدول التالي يوضح ذلك :

جدول رقم (٦-١١)
تقديرات حجم التساقط على مناطق قطر للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)

٢	مناطق قطر	المساحة (كم ^٢)	حجم التساقط (مليون م ^٣)	الترتيب
١	الشمال	١٠٨٧,٤٨٢	١٩٤٧,٤١	٣
٢	الغربية	٦٤٣,٦٨١	١١٣٩,٧٧	٧
٣	الخور	١٠٣٤,٤٠٧	١٨٣٦,٢٤	٤
٤	أم صلال	٥٠٤,٢١٨	٨٦٨,١٠	٨
٥	الجميلية	٢٣٦٧,٥٠٣	٣٥٨٤,٨١	٢
	(أ) القطاع الشمالي	(١٣٣٩,٩٠٦)	(٢١٤٨,٥٢)	
	(ب) القطاع الجنوبي	(١٠٢٧,٥٩٧)	(١٤٣٦,٢٩)	
٦	الريان	٩٥٤,٢٢٩	١٤٥٢,٢٠	٦
	(أ) الشمال الغربي	(١٣٧,٥٨٧)	(٢٣٠,٦٦)	
	(ب) الجنوبي الشرقي	(٨١٦,٦٤٢)	(١٢٢١,٥٤)	
٧	الدوحة	١٧٧,٨٥٩	٢٧٠,٤٤	٩
٨	الوكرة	١٢٦٧,٠٣٦	١٧٢٠,١٠	٥
٩	جريان البطنة	٣٧١٣,٥٨٥	٥١٧٧,٠٣	١
	الليجمع	١١٧٥٠,٠٠٠	١٧٩٩٦,١٠	

ومن (الجدول السابق رقم ٦-١١) نلاحظ الخصائص التالية:

١- يبدو أن منطقة جريان البطنة التي تشغل الجزء الجنوبي والجنوب الغربي من قطر بمساحة تبلغ نسبتها (٣١,٦٪) من مساحة قطر، (٥٣,٧٪) من مساحة القسم الجنوبي، تغطي بنصيب وافر من المجموع التقديري لحجم التساقط، فقد بلغ (٥١٧٧,٠٣) مليون م^٣، أي بنسبة تقدر بـ (٢٨,٧٧٪)، أما منطقة الجميلية التي تغطي معظم الجانب الغربي بنسبة (٢٠,١٥٪) من مساحة قطر، وحوالي (٢٧,٧٪، ١٤,٩٪) من مساحتي القسمين الشمالي والجنوبي على التوالي، فقد جاءت في المرتبة الثانية، حيث بلغ المجموع التقديري لحجم التساقط (٣٥٨٤,٨١) مليون م^٣، هذه الكمية التي بلغت نسبتها (١٩,٩٢٪) موزعة بين قسمي منطقة الجميلية بنسب تتراوح بين (١١,٩٤٪، ٧,٩٨٪) من المجموع الكلي لحجم التساقط.

٢- لعل منطقتي الشمال والخور اللتان تعتبران أوفر حظا في أمطارهما تأتيان في المرتبتين الثالثة والرابعة رغم أن مساحتهما لا تشكلان - كل على حدة -

سوى (٩,٣٪، ٨,٨٪) من جملة مساحة قطر قياسا بمساحة الكرة التي تضاهاى نسبتها (٨,١٠٪) وتأتي لاحقة لهما.

٣- يتبين أن منطقتي الدوحة وأم صلال لا تسهمان سوى بنسبة ضئيلة مقارنة بالمجموع التقديري لحجم التساقط، حيث تراوحت هذه المساهمة المتواضعة بين (٥,١٪، ٨,٤٪) على التوالي، وتعتبر هذه الخصائص استجابة للرقعة المحدودة التي تغطيها كل منهما.

٤- يؤكد جدول توزيع تقديرات حجم التساقط حسب المناطق بأن مجموع ما سقط على شبه جزيرة قطر خلال المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) بلغ في حدود (١,١٧٩٩٦ مليون م^٣، أي بمعدل (٨٥٧) مليون م^٣/الموسم، فإذا وزّع هذا المعدل على مناطق قطر، فإن نصيب كل منها (٢٢,٩٥) مليون م^٣/الموسم، هذا الجنوح يؤدي إلى قسمة ضيزى بين المناطق؛ لأننا ألغينا القيم المساحية من ناحية، وأهملنا في ذات الوقت المعدل المعياري الذي يتساوت من منطقة إلى أخرى، والذي قد يرجع الكفة في كثير من الحالات بغض النظر عن تفوق المساحة من ناحية ثانية، ومثالنا على ذلك ينحصر في المقارنة بين منطقتي الشمال والخور في جانب ومنطقة الكرة في الجانب الآخر، فمساحة كل من المنطقتين الأوليين تتراوح بين (٤٨٢,١٠٨٧، ٤٠٧,١٠٣٤) كم^٢، ومساحة منطقة الكرة تبلغ (١٢٦٧,٠٣٦) كم^٢، أي بزيادة قدرها (١٧٩,٥٥٤)، (٢٣٢,٦٢٩) كم^٢ على التوالي، ومع ذلك أسهمت منطقتا الشمال والخور بمعدل موسمي لكل منهما بلغ في حدود (٩٢,٧٣، ٨٧,٤٤) مليون م^٣، بينما بلغ المعدل الموسمي الذي استقبلته منطقة الكرة (٨١,٩١) مليون م^٣، هذه الخصائص لا تغدو قاعدة لأننا نتعامل مع عنصر متغير ومتذبذب (المطر).

٥- من (الجدول رقم ٦-١١) يتضح أن المناطق الشمالية (الغويرية، والخور والغرية (الجميلية) تتفق في الفترة الزمنية التي تبلغ فيها معدلات المطر أعلى قيم لها، وتمثل في الموسم (٨٢/٨٣)، في حين يمثل الموسم (٨٧/٨٨) أعلى معدلات للمطر في كل من مناطق الجانب الشرقي إلى الجنوب من أم صلال (أم صلال، الدوحة، الريان، الكرة) والمنطقة الجنوبية والجنوبية الغربية

ممثلة في (جريان البطنة)، بينما انفردت منطقة الشمال بالموسم (٧٦/٧٥)، وقد انعكست هذه المعطيات ترتيباً على المجموع التقديري لحجم التساقط، مما يجعلنا نستوحي بأن الجنوب القطري وبعض أقسام الوسط والشرق تتأثر -إضافة إلى المنخفضات المتوسطة والسودانية- بمنخفضات حرارية تساهم بكميات لا بأس بها من الأمطار تضيفها إلى المخزون الجوفي، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-١٢)

توزيع أكبر كميات تساقط ومواسم سقوطها على مناطق قطر

المنطقة	الموسم	كمية التساقط (مليون م ^٣)
الشمال	٧٦/٧٥	٢٢٧
الغويرية	٨٣/٨٢	١٢٧
الخور	٨٣/٨٢	١٨٣
الجميلية	٨٣/٨٢	٥١٧
أم صلال	٨٨/٨٧	١١٥
الدوحة	٨٨/٨٧	٢٩
الريان	٨٨/٨٧	١٩٣,٥
الوكرة	٨٨/٨٧	١٦٦
جريان البطنة	٨٨/٨٧	٧٢٥

٦- يميز الفترة الزمنية التي تم خلالها حساب حجم التساقط ثلاثة مواسم أظهرت تناقصاً حاداً في كميات الأمطار، وتفاوتاً في مناطق توزيعها، فالمنطقة الشمالية والشمالية الغربية (الشمال، الغويرية) انفردت بالموسم (٧٣/٧٢)، ومناطق وسط الشرق (أم صلال، الدوحة) بالموسم (٨٩/٨٨) والمناطق الغربية والوسطى والجنوبية إضافة إلى منطقة الخور بالموسم (٨٥/٨٤)، والجدول التالي يوضح هذه الخصائص:

جدول رقم (٦-١٣)

توزيع أدنى كميات تساقط حسب المناطق ومواسم سقوطها

المنطقة	الموسم	حجم التساقط (مليون م ^٣)
الشمال	٧٣/٧٢	١٣,٣
الغويرية	٧٣/٧٢	٨,١
الخور	٨٥/٨٤	١٣,٠
الجميلية	٨٥/٨٤	٢٩,٠
أم صلال	٨٩/٨٨	٨,٧
الدوحة	٨٩/٨٨	٣,٢
الريان	٨٥/٨٤	٢٢,١
الوكرة	٨٥/٨٤	١٩,٧
جريان الباطنة	٨٥/٨٤	٦٨,٤

ثانياً: المياه السطحية (الجريان السطحي):

١- تحديد أحواض التصريف وأشكال الجريان وحساب المساحات:

من واقع الدراسة الميدانية والخرائط الطبوغرافية، تبين لنا أن شبه جزيرة قطر تخلو من ظاهرة الأنهار الجارية، رغم وجود بعض الأودية القديمة الجافة، وحيث تزيد كمية الأمطار على (١٠) ملم (Eccleston, 1981, p. 6/4) تتكون المسل المائية ويبدأ الجريان السطحي الذي لا يدوم الواحد منها لأكثر من بضع ساعات، وقد تم حصر جميع المسل المائية التي تنتشر على سطح الأرض في قطر ضمن مناطق التصريف التي ستم دراستها. واستثنينا ما دون ذلك، نجلدها كالتالي:

جدول رقم (٦-١٤)

توزيع أعداد المسل المائية حسب المناطق

المنطقة	عدد المسل	%	المنطقة	عدد المسل	%
الشمال	١١٣	٢٦,٠٤	الريان	٢٤	٥,٥٣
الغويرية	٨٨	٢٠,٢٨	جريان البطنة	٢٠	٤,٦١
الجميلية	٨١	١٨,٦٦	الوكرة	٧	١,٦١
الخور	٥٣	١٢,٢١	الدوحة	٣	٠,٦٩
أم صلال	٤٥	١٠,٣٧			
المجموع الكلي			٤٣٤		١٠٠%

ومن الجدول يتبين أن تركيز المسل المائية ينحصر في النصف الشمالي وأن النصف الجنوبي لا يناله منها سوى (١٠٪) على أكثر تقدير، وهي من الإضافات ذات المغزى لخصائص النصف الشمالي، وانعكاسا لما ينفرد به من سمات السطح وخصائص جيولوجية تركيبية وتكوينات صخرية. وقد تم أثناء عملية الحصر قياس مساحات أحواض المسل المائية، حيث تبين أن هناك أحواضا بمجرى واحد، وأخرى ذات مجار بروافد عدة، لذا حاولنا التمييز بين المسل ذات الروافد والفروع، وتلك التي ليست لها روافد أو فروع تذكر، وعليه قمنا بتوزيعها إلى فئات مساحة نوردها على سبيل المثال ليس إلا، فالنوع الأول: المسل التي ليست لها روافد ولا فروع: يبلغ عددها (٣٢٣) مسيلا، أي بنسبة (٧٤,٤٪) من مجموع عدد المسل قيد الدراسة في قطر. والنوع الثاني: المسل ذات الروافد والفروع، فقسمت إلى صنفين، صنف تتراوح فئات مساحته بين (٠,٢ و ١,٧) كم^٢، وعددها (٨٩) مسيلا مائيا، بنسبة (٢٠,٥٪)، والآخر تقع فئات مساحته بين (٢,٠ و ١٢,٠) كم^٢، وعددها لا يتجاوز (٢٢) مسيلا مائيا، بنسبة (٥,١٪).

مع أن سطح قطر يبدو - لأول وهلة - مستويا، إلا أن المتفحص مجهريا لخصائص هذا السطح يجد فروقا جوهرية بين مختلف مناطق قطر، حيث تبرز العديد من التلال والهضبيات والحزوم تساهم - إذا انهمرت الأمطار - في انسياب المياه على طول منحدراتها عبر فجاج وأوشال لترفد مجموعة الشعاب، ومن ثم المسل المتناثرة هنا وهناك، أو أنها تشكل غطاءات انتشارية عريضة، لا تتظم في فج أو تلتزم شعبا، وبناء على ذلك حاولنا بقدر المستطاع تقسيم مساحة قطر إلى ثلاث مناطق ثانوية لتصريف مياه الأمطار ضمن المناطق الرئيسة التي اعتمدناها في بداية الدراسة يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٥)

أحواض تصريف مياه الأمطار في قطر ومساحاتها (كم^٢)

خالية من التصريف (كم ^٢)	التصريف الخارجي			التصريف الداخلي		
	المسل		العدد	المسل		العدد
	الانسياب	المساحة كم ^٢		الانسياب	المساحة كم ^٢	
٢٠٠٧, ٤١	٢٤٣٧, ٨٩٤	٧٦, ٩٧٩	١٠٦	٦٩٨٨, ٧٧٤	٢٣٩, ٣١٢	٣٢٨

من الجدول السابق تتبين الخصائص التالية:

(أ) تشكل المناطق ذات التصريف الداخلي في حدود (٥, ٦١٪) من مساحة قطر (١١٧٥٠) كم^٢، ويخص المناطق ذات التصريف الخارجي (٤, ٢١٪)، والنسبة الباقية (١, ١٧٪) لمناطق تخلو من التصريف.

(ب) يشكل التصريف عن طريق المسل المائية مقارنة بمناطق التصريف الداخلية والخارجية ما نسبته (٢٥, ٣٪)، بينما يشكل (٧, ٢٪) من مساحة قطر كلها، وعلى العموم فإن التصريف الداخلي للمس المائية يحظى بنسبة (٧, ٧٥٪) من مجموع مساحة أحواض التصريف، وما تبقى من هذه النسبة يمثلها التصريف الخارجي سواء كان على اتصال مباشر بالبحر أو غير مباشر عبر مناطق السبخات.

(ج) من الملاحظ أن مناطق التصريف ذات الانسياب الغطائي Sheet Flow تمثل في حدود (٥, ٥٩٪) من مساحة قطر، ولكنها بـمـعـيار مناطق التصريف مجـمـلة تبلغ حوالي (٧, ٧١٪)، وبهذا تقدر مناطق التصريف ذات الانسياب الغطائي الداخلي بثلاثة أضعاف مناطق الانسياب الغطائي الخارجي تقريباً، من هذا الواقع لابد من توفير السبل الكفيلة للحفاظ عليها، والعمل على صيورتها لتغذية الخزان الجوفي، كي تبقى عملية الموازنة المائية متعادلة إلى حد كبير.

٢- حساب حجم التساقط على أحواض التصريف:

قبل أن نعرض لهذا الموضوع، نحاول تقسيم مناطق التصريف التي ذكرناها وتوزيعها على مناطق قطر الرئيسة، وهي كالتالي:

جدول رقم (٦-١٦)

مساحات مناطق تصريف مياه الأمطار في قطر

النطاق	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			خالية من التصريف	المجموع الكلبي
	مس	انسياب	المجموع	مس	انسياب	المجموع		
ش	٣٦,١٣٦	٥٩,٠٦٨	٦٢٦,٢٠٤	٢٧,٤٤٦	٢٥٩,٩٥٢	٢٨٧,٣٩٨	١٧٣,٨٨٠	١٨٧,٤٨٢
ع	٧٥,٥٥٨	٣٧٦,٥٢٩	٤٥٢,٠٨٧	٧,٧٢١	٥٨,٣٤١	٦٦,٠٦٢	١٢٥,٥٣٢	٦٤٣,٦٨١
ح	٢٣,٩٤٣	٥١٩,٦٢٢	٥٤٣,٥٦٥	٦,٨٠٣	٣٣٣,١٠٦	٣٣٩,٩٠٩	١٥,٩٣٣	١٠٣٤,٤٠٧
ص	١٧,١٠٩	٢٥٩,٩٧٨	٢٧٧,٠٨٧	٤,٥٩٣	١٤٥,٦٠٠	١٥٠,١٩٣	٧٦,٩٣٨	٥٠٤,٢١٨
ج	٥٤,٨٣٦	١٢٧٤,٠٢٥	١٣٢٨,٨٦١	٢٦,٨٤٥	٦٤٢,٨٠٩	٦٦٩,٦٥٤	٣٦٨,٩٨٨	٢٣٦٧,٥٠٣
ر	٢٢,٩١٥	٧٢٣,٩٣٤	٧٤٦,٨٤٩	-	-	-	٢٠٧,٩٨٠	٩٥٤,٢٢٩
د	٠,٧٠٠	٩٣,٤٣٠	٩٤,١٣٠	٠,٤٤١	٥٧,١٥١	٥٧,٥٩٢	٢٦,١٣٧	١٧٧,٨٥٩
و	١,٠٩٦	٦٠٥,٢٢٢	٦٠٦,٣١٨	١,١٣٤	٤٩١,٢٢٦	٤٩٢,٣٦٠	١٦٨,٣٥٨	١٢٦٧,٠٣٦
ط	٧,٠١٩	٢٥٤٥,٩٦٦	٢٥٥٢,٩٨٥	١,٩٩٦	٤٤٩,٧٠٩	٤٥١,٧٠٥	٧٠٨,٨٩٥	٧٣١٣,٥٨٥
مج	٢٣٩,٣١٢	٦٩٨٨,٧٧٤	٧٢٢٨,٠٨٦	٧٦,٩٧٩	٢٤٣٧,٨٩٤	٢٥١٤,٨٧٣	٢٠٠٧,٤١	١١٧٥٠,٠٠٠

من (الجدول السابق رقم ٦-١٦) نستخلص ما يأتي:

(أ) باستثناء منطقة الريان، تشتمل جميع مناطق قطر على نوعين من التصريف الداخلي والخارجي Categories، فالمساحة التجميعية Aggregation لكل نوع تضم أنظمة من التصريف عبر المسل المائية أو عن طريق الانسياب الغطائي.

(ب) يبدو أن منطقة الغويرية مقارنة بمنطقة الجميلية التي تفوقها مساحة تغطي نسبة (٣١,٦٪) من مجموع مساحة المسل المائية ذات التصريف الداخلي، وبحوالي (١٦,٧٪) من مجموع مساحة منطقة التصريف الداخلي، فيما تشكل مساحة المسل المائية ذات التصريف الداخلي في منطقة الجميلية (٢٢,٩٪) من مجموع مساحة أحواض مسل التصريف الداخلي، وحوالي (٤,١٪) من مساحة منطقة التصريف الداخلي.

(ج) يلاحظ أن معدل مساحة حوض التصريف الخارجي للمسيل المائي في منطقة الجميلية يبلغ حوالي (١,٢٧٨) كم^٢، بينما لا يزيد المعدل في منطقة الغويرية على (٠,٧٧٢) كم^٢، ويحدث العكس بالنسبة لمعدل مساحة حوض التصريف الداخلي، ففي منطقة الغويرية يبلغ المعدل في حدود (٠,٩٦٩) كم^٢، وفي

منطقة الجميلية (٠,٩١٤) كم^٢، ويعزى ذلك إلى تزايد تشعب وتفرع المسيل المائي، وبالتالي اكتساب مساحة أكبر، ويساعد على ذلك بعض خصائص البنية المتمثلة في انتشار العديد من الشقوق والمفاصل، وخاصة في الجزء الشمالي من منطقة الجميلية، وبعض أجزاء من منطقة الغويرية التي تحتضن الطرف الشمالي للقوس القطري.

(د) تفرد منطقتا جريان البطنة والجميلية بحوالي (٦,٥٤٪) من مساحة الانسياب الغطائي الداخلي، مع حيازة المنطقة الأولى على (٤,٣٦٪)، بينما تتراجع نسبة مساحته في مناطق التصريف الخارجي إلى (٥,١٨٪)، وتحتل مكانتها منطقة الوكرة بنسبة تبلغ (٢,٢٠٪)، وتحتفظ منطقة الجميلية بنسبة (٤,٢٦٪) من مجموع مساحة الانسياب الغطائي لسيطرتها على معظم الساحل الغربي الذي يضم العديد من الحزوم والتلال ومعظم المناطق الناهضة في شبه جزيرة قطر. ولتقدير حجم التساقط استعنا بمعدلات المطر التي تم استخلاصها من واقع خرائط خطوط المطر المتساوية (الجدول الملحق رقم ٦-٢) لكل منطقة على حدة نرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٧)

حساب حجم التساقط فوق مناطق أحواض التصريف (مليون م^٣)
للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)

التصريف	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			خالية من التصريف	المجموع الكلي
	مس	انسياب	المجموع	مس	انسياب	المجموع		
ش	٦٤,٧١	١٠٥٦,٦٦	١١٢١,٣٧	٤٩,١٥	٤٦٥,٥١	٥١٤,٦٦	١٦٣٦,٠٣	٧٧,٩١
ع	١٣٢,٣٥	٦٦٨,١٠	٨٠٠,٤٥	١٣,٥٣	١٠٣,٥٢	١١٧,٠٥	٩١٧,٥٠	٤٣,٦٩
ح	٤٢,٥٦	٩٢٣,٦٥	٩٦٦,٢١	١٢,١٠	٥٩٢,١٠	٦٠٤,٢٠	١٥٧٠,٤١	٧٤,٧٨
ص	٢٩,٤٥	٤٤٧,٦١	٤٧٧,٠٦	٧,٩١	٢٥٠,٦٨	٢٥٨,٥٩	٧٣٥,٦٥	٣٥,٣
ج	٨٣,٣	١٩٢٩,٠٩	٢٠١٢,١٢	٤٠,٦٥	٩٧٣,٣٣	١٠١٣,٩٨	٣٢٦,١٠	١٤٤,١
ر	٣٤,٧٨	١٩٨,٥٩	١١٢٣,٣٧	-	-	-	١١٢٣,٣٧	٥٣,٩٧
د	١,٠٧	١٤٢,٦	١٤٣,١٣	٠,٦٧	٨٦,٩	٨٧,٥٧	٢٣٠,٧٠	١,٩٩
ز	١,٤٩	٨٢١,٦٥	٨٢٣,١٤	١,٥٤	٦٦٦,٨٥	٦٦٨,٣٩	١٤٩١,٥٣	٧١,٣
ط	٩,٧٩	٣٥٤٩,٣	٣٥٥٩,٠٩	٢,٧٨	٦٢٦,٩٣	٦٢٩,٧١	٤١٨٨,٨	١٩٩,٤٧
مجم	٢٩٩,٢٣	١٦٣٦,٧١	١١٣٥,٩٤	١٢٨,٣٣	٣٧٦٥,٨٢	٣٨٩٤,١٥	١٤٩٣,٩	٧١٠,٩٦

من (الجدول السابق رقم ٦-١٧) نقف على الخصائص التالية:

١- نؤكد على أن مجموع ما استقبلته أحواض التجميع بلغ في المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) حوالي (٠,٩, ١٤٩٣٠) مليون م^٣، بمعدل موسمي قدر في حدود (٧١١) مليون م^٣، كان نصيب مناطق التصريف الداخلي (٧٣,٩٪)، أي بمعدل رقمي موسمي بلغ (٥٢٥,٥٢) مليون م^٣، ويعني هذا أن كل كيلو متر مربع من مناطق التصريف الداخلي ينالها ما حجمه (٠,٧٣) مليون م^٣ في الموسم، وأن معدل ما تستقبله مناطق التصريف الخارجي يبلغ في حدود (١٨٥,٤٤) مليون م^٣، وأن كل كيلو متر مربع يناله (٠,٧٦) مليون م^٣، بيد أن هذه القيمة العامة أو تلك لا تمثل الحقيقة الرقمية إذا تم تطبيقها واقعا على كل منطقة من مناطق قطر، والفئات التالية تُعزّر ذلك:

المنطقة	الشمال	الغورية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة
م ^٣ /كم ^٢	٠,٠٨٥	٠,٠٨٤	٠,٠٨٥	٠,٠٨٢	٠,٠٧٢	٠,٠٧٢	٠,٠٧٢	٠,٠٦٥	٠,٠٦٦

م^٣/سم: تعني مليون متر مكعب/كم^٢.

ومنه يتبين وجود ثلاث فئات متباينات موقعا وتوزيعا هي:

(أ) فئة يزيد فيها معدل حجم التساقط/الكلم^٢ على (٠,٠٨٠) مليون م^٣، وتضم إضافة إلى منطقتي الشمال والغورية كلا من الخور وأم صلال، وهذه الحقيقة تدعم تركيز حقول آبار المياه الجوفية في هاتيك المناطق من جانب، وتبشر بتغذية دائمة للخران الجوفي من جانب آخر، وتحقق للمزارع المنتشرة بكثافة فيها مياه الري وافرة من جانب ثالث.

(ب) فئة يتراوح فيها حجم التساقط/الكلم^٢ بين (٠,٠٧) و (٠,٠٨) مليون م^٣، وتمثلها مناطق الجميلية والريان والدوحة (المنطقة الوسطى من قطر) وتضم كذلك بعضا من حقول آبار المياه الجوفية كالعطورية والشحانية، والعديد من المزارع ولكن بكثافة أقل.

(ج) فئة يقل فيها حجم التساقط/الكلم^٢ عن (٠,٠٧) مليون م^٣، وتغطي القسم الجنوبي من شبه جزيرة قطر، وتنحصر في منطقتي الوكرة وجريان البطنة.

٢- يمثل حجم التساقط على أحواض تصريف المسل المائية الداخلية ما نسبته (٧٥,٨٪) من مجموع ما تستقبله المسل المائية، ولكنه لا يسهم في حجم التساقط الكلي على أحواض التصريف والتجميع إلا بنسبة ضئيلة جدا لا تزيد

على (٢,٧٪)، في حين يشكل بمعيار التصريف الداخلي ما نسبته (٦,٣٪)، وقد يفوق ما تصرفه المسل المائية الخارجية بمقدار (٩,٠٪)، علما بأن حجم التصريف الخارجي عبر المسل المائية يمثل (٣,٣٪) من المجموع الكلي لحجم التصريف الخارجي، ورغم ما يبدو من ضآلة كمية المياه التي تضيفها المسل المائية إلى أحواض التجميع، إلا أنها في منطقة صحراوية كشبه جزيرة قطر ذات مغزى عظيم، إذ يكفي أن نشير إلى أن المعدل السنوي لكميات المياه التي تستقبلها أحواض تصريف المسل المائية تشكل (٥,٣٢٪) من المياه المستهلكة في عام ١٩٩٣، تسهم منطقة الغورية لوحدها بحوالي (٩٪) من المياه المستهلكة، بحكم أنها أكثر المناطق تكرارا للمسل وتصريفها للمياه.

٣- لعل كميات الأمطار الساقطة على مناطق تصريف الانسياب الغطائي أوفر حظا من تلك التي تستقبلها أحواض المسل المائية، فكميات الأمطار في أحواض التجميع الداخلية تشكل في حدود (٢,٧١٪) من المجموع التقديري لحجم التساقط، فإذا استثنينا مناطق النصف الجنوبي ممثلة في الوكرة وجريان البطنة، والأجزاء الجنوبية من الجميلية، لتبين لنا أن النصف الشمالي من شبه الجزيرة يساهم في حدود (٣١,٧٩٣٦) مليون م^٣، أي بنسبة (١,٥٥٪) من حجم الانسياب الغطائي للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، وحوالي (١٦,٥٣٪) من كميات الأمطار الساقطة على أحواض التصريف، هذه الكمية كمعدل موسمي تبلغ رقميا (٩٢,٣٧٧) مليون م^٣، وهي كمية تضاهي أكثر من (٥) أضعاف الكمية التي استهلكت في عام ١٩٩٢ والتي تبلغ (٢٥,٠٧٢) مليون م^٣، (المجموعة الإحصائية، العدد ١٣، ١٩٩٣، ص ٢٦٧)، فكيف يصبح الحال لو قورن المستهلك بالمعدل العام الذي يبلغ (٧١١) مليون م^٣، لاتضح الرؤية المستقبلية التفاضلية لموارد المياه، وهو يعني كذلك أن الأمطار في قطر رغم تذبذبها وندرتها في بعض المواسم، إلا أنها تفيض بالخير في مواسم أخرى تعوض ما قد يستهلك من موارد المياه، ولا أقضي إذا كان الأمر كذلك أن نفرط في استهلاكها، أو أن نغالي في هدرها، بل لابد من التقنين حتى نأمن المواسم العجاف، ونبقي على منسوب المياه الجوفية متوازنا مع الاستهلاك ومرتفعا إلى حد الأمان والاطمئنان عن خط الصفر.

٤- نعني بالتصريف الخارجي: المناطق الهامشية المجاورة لخط الساحل، فهي إما أن تتسع على حساب مناطق التصريف الداخلي كما هو الحال في دخان وشبه جزيرة أبروق وفيشاخ على الساحل الغربي، أو في مناطق الخور وأم صلال والوكرة، وما يميز هذه المناطق أنها إما جبلية أو سبخية أو رملية، ولا يعني بحكم قربها من البحر، واتصالها مع مياهه التي قد تزيد من ملوحة المياه في هذه المناطق أن لا فائدة ترجى منها، وعلى العكس من ذلك، فقد تستغل مياهها في زراعة أنواع تتناسب وتضرسها وتكيف وملوحة هذه المياه وفرشاتها الرملية؛ لأنه كما يتبين من حساب كمياتها أنها تشكل في مجموعها العام ما نسبته (٠,٨، ٢٦٪) من حجم التساقط على أحواض التجميع، ويعقد مقارنة بين مناطق التصريف الخارجي، نلاحظ أن أكبر معدل موسمي لهذا النوع من التصريف بلغ في منطقة الجميلية (٢٩، ٤٨) مليون م^٣، ويشكل نسبة تبلغ (٠,٤، ٢٦٪) من مجموع حجم التساقط على أحواض التصريف الخارجي، تليها منطقتا الجنوب القطري (الوكرة وجريان البطنة) بنسب تتراوح بين (٢، ١٧٪، ٢، ١٦٪)، ومنطقتا الشمال والشمال الشرقي القطري بنسب (٢٢، ١٣٪، ٥٢، ١٥٪) على التوالي، ويلوح لي أن منطقتي الدوحة والغويرية أقلهما تساقطاً على أحواض التصريف الخارجي، حيث بلغت نسبة معدلتهما الموسمية (٥، ٢٥٪، ١، ٣٪) فقط.

٥- حقيقة أخرى نؤكد عليها وهي خلو منطقة الريان بحكم موقعها الداخلي من أحواض التصريف الخارجي، فاقصر التصريف بالتالي على أحواض التجميع الداخلي، وتساهم هذه المنطقة بنسبة (٦، ٧٪) من مجموع المعدلات الموسمية للأمطار الساقطة، وبهذه النسبة تنقدم على كل من منطقتي الغويرية وأم صلال، إضافة إلى منطقة الدوحة التي لا تشارك إلا بنسبة (١، ٥٥٪) فقط.

٣- تقدير كميات الفاقد من مياه الأمطار الساقطة على أحواض التصريف:

١/٣ حساب الفاقد من مياه الأمطار عن طريق التبخر:

في شبه جزيرة قطر خمسة مواقع لقياس كميات التبخر تم توزيعها بما يتناسب وتمثيلها لمناطق أحواض تصريف وتجميع مياه الأمطار على النحو التالي:



* موقع رصد روضة الفرس: الشمال والغويرية والخور.

* موقع رصد العطورية: القسم الشمالي الغربي من منطقة الريان ومنطقة الجميلية بقسميها الشمالي والجنوبي.

* موقع رصد الدوحة: الدوحة والقسم الجنوبي الشرقي من الريان وأم صلال.

* موقع رصد مسيعيد: وتنفرد بتمثيله منطقة الوكرة.

* موقعا رصد أبو سمرة والعطورية: ويغطي معدلها منطقة جريان البطنة. إلا أن هذه المواقع لم تف بالغرض؛ لأنها لا تمثل واقع كميات التبخر وقت سقوط الأمطار، لذا لجأنا إلى حصر عدد الأيام المطيرة لمواقع الرصد الممثلة لمناطق قطر، وتبين بعد إجراء العديد من العمليات الحسابية أن معدلات التبخر اليومية تبلغ في المواسم التي تسقط فيها الأمطار حوالي (٤,٢٧) ملم/ اليوم، ولكن هذا المعدل قد يؤدي إلى أخطاء Errors في النتائج، الأمر الذي اضطررنا معه للتعامل مع القيم الممثلة لكل منطقة حتى تتوافق مع عدد الأيام المطيرة، ولهذا نورد معدلات التبخر لكل منطقة منفردة على النحو التالي:

المنطقة	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة	المجموع	المعدل العام
معدل التبخر	٤,٧٨	٣,٣٠	٤,٥٤	٥,٣٣	٤,١٢	٤,١٤	٤,٣٦	٤,٥٨	٣,٣٠	٣٨,٤٥	٤,٢٧

كما أننا نرصد عدد الأيام المطيرة للفترة (٧٢/٧١-٩٢/٩١) كالتالي:

جدول رقم (٦-١٨)

عدد الأيام المطيرة للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) موزعة حسب مناطق قطر

المنطقة	الشمال	التويرية	الحور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان الطنجة	المجموع	المعدل العام
٧٢/٧١	٦	٤٣	٤٣	١٥	٦	١٥	١٥	٧	٢٤	١٧٤	١٩,٣٣
٧٣/٧٢	٣	١٥	١٥	٦	٤	٣	٦	٢	١٢	٦٦	٧,٣٣
٧٤/٧٣	٦	١٤	٤	٥	٦	١٣	١٦	٥	١٤	٨٣	٩,٢٢
٧٥/٧٤	٩	٣٢	٨	١٠	٩	١٩	١٥	٤	١٣	١١٩	١٣,٢٢
٧٦/٧٥	١٩	٣٢	١٨	١٧	١٩	٢٠	٢٥	١٣	٢٣	١٨٦	٢٠,٦٧
٧٧/٧٦	١٦	٢٣	١٠	٨	١٣	١٣	١٦	١٥	١٦	١٣١	١٤,٥٦
٧٨/٧٧	٦	٨	٨	٩	١٤	٩	١٠	٧	١١	٨١	٩,٠٠
٧٩/٧٨	٩	١٠	٦	٦	٧	٨	٧	٧	٨	٦٨	٧,٥٦
٨٠/٧٩	١٦	٢١	١٣	١٠	٢٢	١٦	٢٣	١٤	١٧	١٥٢	١٦,٨٩
٨١/٨٠	٩	٩	٧	٧	٧	٦	٨	٦	٧	٦٦	٧,٣٣
٨٢/٨١	١٩	١٨	٩	١٦	١٩	١٥	٢١	١٥	٢٠	١٥٢	١٦,٨٩
٨٣/٨٢	٢٦	٢٨	١٩	٢٤	٢٦	٢١	١٣	٢٠	٢٧	٢٠٤	٢٢,٦٧
٨٤/٨٣	٧	٧	٥	٤	٧	٦	٤	٤	٦	٥٠	٥,٥٦
٨٥/٨٤	١١	٩	٦	٤	١١	٦	٤	٣	٥	٥٩	٦,٥٦
٨٦/٨٥	١٨	٢٢	١٦	٩	١٧	١٦	١١	١٦	١٦	١٤١	١٥,٦٧
٨٧/٨٦	١٣	١٤	١٢	٩	٩	٩	٨	١١	١١	٩٦	١٠,٦٧
٨٨/٨٧	١٤	١٥	١١	١٤	١٦	١٥	١٣	١٣	١٥	١٢٦	١٤,٠٠
٨٩/٨٨	١١	١٣	١٠	٧	١٣	١٢	٦	٨	٩	٨٩	٩,٠٨٩
٩٠/٨٩	١٨	١٨	١٧	١٨	١٨	١٩	١٤	١٧	٢٠	١٥٩	١٧,٦٧
٩١/٩٠	١١	١٢	١٤	١١	١٢	١٣	٦	١٠	٩	٩٨	١٠,٨٩
٩٢/٩١	٢٩	٣١	٣٢	٣١	٢٦	٢٤	١٢	١٩	٢٤	٢٢٨	٢٥,٣٣
للمجموع	٢٧٦	٣٩٤	٢٨٤	٢٤٠	٢٨١	٢٧٨	٢٥٣	٢١٦	٣٠٧	٢٥٢٨	
المعدل العام	١٣,٢	١٨,٨	١٣,٥	١١,٤	١٣,٤	١٣,٢	١٢,١	١٠,٣	١٤,٦	١٢٠,٤	١٣,٣٨

واستنادا على التوزيع السابق تم حساب كميات الفاقد من مياه الأمطار الساقطة على أحواض التصريف عن طريق التبخر يوضحها الجدول التالي:

جدول رقم (٦-١٩)

حساب كميات الفاقد عن طريق التبخر ومعدلاتها الموسمية والعامة (مليون م٣)

للمواسم (٧١/٧٢ - ٩١/٩٢)

المرتبة	التصريف الداخلي			التصريف الخارجي			المعدل الموسمي
	مس	انسياب	المجموع	مس	انسياب	المجموع	
ش	٤٧,٦٤	٧٧٧,٩٧	٨٢٥,٦١	٣٦,١٩	٣٤٢,٧٣	٣٧٨,٩٢	١٢٠٤,٥٣
غ	٩٨,٢٤	٤٨٩,٦٣	٥٨٧,٨٧	١٠,٠٤	٧٥,٨٧	٨٥,٩١	٦٧٣,٧٨
خ	٣٠,٧٩	٦٦٨,١١	٦٩٨,٩٠	٨,٧٦	٤٢٨,٢٩	٤٣٧,٠٥	١١٣٥,٩٥
ص	٢١,٩٠	٣٣٢,٨٢	٣٥٤,٧٢	٥,٨٩	١٨٦,٣٢	١٩٢,٢١	٥٤٦,٩٣
ج	٦٣,٥٤	١٤٧٦,١٥	١٥٣٩,٦٩	٣١,١٠	٧٤٤,٨٨	٧٧٥,٩٨	٢٣١٥,٦٧
ر	٢٦,٣٩	٨٣٣,٥٣	٨٥٩,٩٢	-	-	-	٨٥٩,٩٢
د	٠,٧٧	١٠٢,٨٥	١٠٣,٦٢	٠,٤٩	٦٢,٩٢	٦٣,٤١	١٦٧,٠٣
و	١,٠٨	٥٩٩,٥٢	٦٠,٦٠	١,١٢	٤٨٦,٦٠	٤٨٧,٧٢	١٠٨٨,٣٢
ط	٧,١١	٢٥٧٧,٠٧	٢٥٨٤,١٨	٢,٠٢	٤٥٥,٢١	٤٥٧,٢٣	٣٠٤١,٤١
مجم	٢٩٧,٤٦	٧٨٥٧,٦٥	٨١٥٥,١١	٩٥,٦١	٢٧٨٢,٨٢	٢٨٧٨,٤٣	١١٠٣٣,٥٤
معدل عام	٣٣,٠٥	٨٧٣,٠٧	٩٠٦,١٢	٩٠٦,١٢	٣٠٩,٢٠	٣١٩,٨٢	١٢٢٥,٩٥
٥٨,٣٨							

ملاحظة: هناك فروقات بسيطة في الأرقام نتيجة التقريب لأقرب خانة مئوية.

من (الجدول السابق رقم ٦-١٩) نستنتج الخصائص التالية:

١- مجموع ما فقدته أحواض التصريف الداخلي والخارجي من مسل مائة وانسياب غطائي عن طريق التبخر خلال المواسم المعتمدة (١١٠٣٣,٥٤) مليون م٣، بمعدل موسمي قدر بحوالي (٥٢٥,٤١) مليون م٣، ومعدل عام لقطر بلغ في حدود (٥٨,٣٨) مليون م٣، لا تساهم أحواض المسل المائبة فيه إلا بحوالي (٦,٣٪) تقريبا، وأن مناطق تصريف وتجميع الأمطار الداخلية تفقد ما نسبته (٩,٧٣٪) من المجموع الكلي للفاقد عن طريق التبخر.

٢- تتفاوت المعدلات الموسمية للتبخر من منطقة إلى أخرى تفاوتها من موسم إلى آخر، فقد بلغ معدل التبخر الموسمي أقصاه في منطقة جريان البطنة حيث قدرت الكمية بحوالي (١٤٤,٨٣) مليون م٣، ساهمت مناطق التصريف الداخلية فيها بنسبة (٨٥٪)، جاءت منطقة الجميلة في المرتبة الثانية بنصيب (٢٧,١١) مليون م٣، كانت نسبة ما فقدته مناطق التصريف الداخلي فيها

حوالي (٥, ٦٦٪)، نال أحواض المسل المائية الداخلية منها (٧, ٢٪) تقريبا.

٣- إذا حاولنا تقسيم المواسم المعتمدة (٧١/٧٢-٩١/٩٢) إلى ثلاثة مواسم متساوية وعقدنا مقارنة بين معدلاتها من جهة، والمعدل العام للفاقد من التبخر من جهة ثانية لتبين لنا أن:

(أ) معدل المواسم ٧١/٧٢-٧٧/٧٨ يبلغ (٥٥, ٢١) مليون م^٣ وهو دون المعدل العام.

(ب) معدل المواسم ٧٨/٧٩-٨٤/٨٥ يبلغ (٥٣, ٤٨) مليون م^٣ وهو إضافة إلى أنه دون المعدل العام فإنه أفضل حالا من معدل المواسم الأولى.

(ج) معدل المواسم ٨٥/٨٦-٩١/٩٢ يبلغ (٦١, ٤٣) مليون م^٣ وهو يفوق المعدل العام، هذه المواسم الثلاثة ترتبط بعدد الأيام المطيرة، ويبدو أن المواسم الأخيرة يتزايد فيها عدد هذه الأيام بغض النظر عن حجم التساقط، وبالتالي رجح فيها المعدل العام للفاقد عن طريق التبخر عما سواه، فلو أخذنا مثالا بسيطا وحسبنا عدد الأيام المطيرة التي تبلغ تكراراتها (١٥) يوما فأكثر، لتبين لنا التالي:

المواسم الأولى .	المواسم الثانية :	المواسم الثالثة
تكراراتها (٢٦) مرة،	تكراراتها (٢٢) مرة،	تكراراتها (٢٨) مرة

وهذا يؤكد على ما ذهبنا إليه بأن معدلات التبخر وفق المعطيات السابقة وعلى مدى المواسم المعتمدة بدأت تتراجع وكأنها تمثل منحني يتقعر في الوسط ويتحدب عند طرفيه اللذين يتميزان بعدم التماثل.

٤- وعلى مستوى المواسم، نلاحظ أننا إزاء ثلاث فئات:

(أ) فئة يقل فيها المجموع العام للتبخر عن (٣٠٠) مليون م^٣، وتشكل في حدود (٨, ٢٣٪) من المواسم، ويبدو أن الحد الأدنى لهذه الفئة يبلغ في الموسم (٨٣/٨٤) حوالي (٢٧, ٢٣٠) مليون م^٣، والحد الأعلى لايتعدى في الموسم (٧٩/٧٨) القيمة (٩١, ٢٩٥) مليون م^٣، أي بمعدل موسمي يتراوح بين (٥٩, ٢٥-٨٨, ٣٢) مليون م^٣.



(ب) فئة بلغ فيها مجموع الفاقد عن طريق التبخر بين (٣٠٠-٦٠٠) مليون م٣، وهي الفئة الأكثر حظاً، إذ تمثل (١, ٣٨٪) من المواسم، ويتفق حدها الأدنى في الموسم (٧٣/٧٤) مع القيمة (٥٧, ٣٤١) مليون م٣، بينما يبلغ حدها الأعلى في الموسم (٨٧/٨٨) حوالي (٦٨, ٥٦٣) مليون م٣، وهذا يعني أن المعدل الموسمي يحوم حول الحدين (٩٥, ٣٧-٦٣, ٦٢) مليون م٣ على التوالي، ومن الملاحظ أن قيم هذه الفئة لا تتمثل في المواسم (٧٨/٧٩ و ٨٥/٨٦)، مما يدل على أن عدد الأيام المطيرة بدأ يتراجع بشكل أثر على حجم التبخر، إذ بلغ معدل عدد الأيام المطيرة في المواسم السبعة الأولى من الفترة (١٣, ٣٣) يوماً، بينما بلغ هذا المعدل في السنوات السبع الثانية (٩, ١١) يوماً.

(ج) فئة تزيد على (٦٠٠) مليون م٣ في مجموعها، وتمثلها نسبة مساوية للفئة الثانية (١, ٣٨٪) من المواسم المعتمدة، فأدنى مجموع لهذه الفئة بلغ في الموسم (٨٥/٨٦) حوالي (٨٥, ٦٣٦) مليون م٣، في حين بلغ أقصاه في الموسم (٩١/٩٢) في حدود (٠, ٦-١٠٠, ٨) مليون م٣، أي بمعدل يتراوح بين (٧٦, ٧٠ و ٠, ٧-١١٢) مليون م٣، وتجدر الإشارة إلى أن قيم هذه الفئة تتوزع مناصفة بين المواسم السبعة الثانية والثالثة، مما يوحي ببداية تزايد عدد الأيام المطيرة فيهما وبالتالي تزايد معدلات التبخر، من هنا نقول بأن مياه الأمطار عزيزة المنال، شحيحة المقدار، يجب علينا جميعاً أن نحافظ عليها.

٥- يبدو أن الفاقد عن طريق التبخر (المعدل الموسمي العام) ومقداره (٣٨, ٥٨) مليون م٣ يشكل في حدود (٩, ٧٣٪) من المعدل السنوي العام لكمية التساقط البالغ مقدارها (٧٩) مليون م٣، بينما يشكل الفاقد من التبخر على مستوى مناطق أحواض تصريف وتجميع مياه الأمطار الداخلية والخارجية ما نسبته (٥, ٧٣٪، ٩, ٧٣٪) من المعدل السنوي للتساقط على التوالي، ولكن الفوائد من مياه التصريف الداخلي والخارجي مقارنة بالمجموع السنوي لحجم التساقط تتراوح نسبتاهما بين (٥, ٥٤٪، ٣, ١٩٪) على التوالي، ولعل هذا يوحي بأن أحواض التصريف الداخلية أوفر أمطاراً، وأكثر عدداً في أيامها المطيرة من التصريف الخارجي.

٦- أما على مستوى المناطق فتلاحظ من الجدول السابق من خلال مقارنة المعدلات العامة للتبخر مع نظيراتها معدلات التساقط لكل منطقة وجود ثلاث فئات:

(أ) فئة تقل فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر عن (٧٣٪) من حجم التساقط، وتمثلها مناطق الخور والريان والدوحة وجريان البطنة، وبهذا تكاد تتركز في وسط الشرق، ومحوريا الشمال الشرقي (الخور)، والجنوب الغربي (جريان البطنة).

(ب) فئة تتراوح فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر بين (٧٣٪-٧٦٪) من كمية التساقط، وتمثلها مناطق الشمال والغورية وأم صلال والوكرة، وبهذا تحتل أقصى الشمال والجنوب الشرقي لقطر.

(ج) فئة تزيد فيها نسبة الفاقد عن طريق التبخر على (٧٦٪) مقارنة بكمية التساقط، وتنفرد بها منطقة الجميلية، من هنا نقرر أن الفاقد عن طريق التبخر يتزايد بتزايد عدد الأيام المطيرة التي اعتمدها أساسا لاستخراج حجم التبخر.

ب/ ٣ حساب الفاقد من مياه الأمطار عن طريق تشبع التربة:

من الصعوبة بمكان تحديد معدلات تشبع التربة في قطر نظرا لوجود تباين في خصائص التربات القطرية من مكان إلى آخر من ناحية، وتبعاً للتداخل الواضح والمتواتر بين مختلف هذه التربات على امتداد خريطة قطر من ناحية ثانية، وبحكم تدخل بعض العوامل وخاصة الجوية منها والتي قد تؤثر على درجة تشبع التربة في قطر، ومع ذلك اعتمدنا ما ذهب إليه إكلستون من أن الجريان السطحي لا يحدث إلا بعد أمطار تتراوح كميتها ما بين (٨ و ١٠) ملم، وهذه الكمية كفيلا بأن تعمل على زيادة رطوبة التربة ومن ثم تشبعها، وقد تزيد في مناطق التربات السائبة كمناطق انتشار الكثبان أو الفرشات الرملية، أو تلك التي تتميز تربتها أو الطبقات الصخرية السطحية فيها بدرجة عالية من التفكك، مما يسمح بغائض ينساب جريانا مسيليا أو غطائيا، أو يحجب مياه الأمطار عن الجريان أو الانسياب، ولحساب الفاقد من الأمطار عن طريق تشبع التربة نورد الجدول التالي:



جدول رقم (٦-٢٠)
حساب كمية الفاقد من الأمطار عن طريق تشبع التربة (مليون م)
للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)

المعدل العام	المجموع الكلّي	التصريف الخارجي			التصريف الداخلي			القطعة
		المجموع	انسياب	مسل	المجموع	انسياب	مسل	
١١,٢٠	٢٣٥,٢٠	٧٣,٩٩	٦٦,٩٢	٧,٠٧	١٦١,٢١	١٥١,٩١	٩,٣٠	ش
٦,٣٧	١٣٣,٧٣	١٧,٠٥	١٥,٠٦	١,٩٩	١١٦,٦٨	٩٧,١٨	١٩,٥٠	غ
١١,٧٠	٢٤٥,٦٥	٩٤,٥١	٩٢,٦٢	١,٨٩	١٥١,١٤	١٤٤,٤٨	٦,٦٦	خ
٤,٧٩	١٠٠,٦٨	٣٥,٣٩	٣٤,٣١	١,٠٨	٦٥,٢٩	٦١,٢٦	٤,٠٣	ص
٢٠,٠٠	٤٢٠,٠٠	١٤٠,٦٣	١٣٤,٩٩	٥,٦٤	٢٧٩,٣٧	٢٦٧,٨٤	١١,٥٣	ج
٩,٢٦	١٩٤,٥٢	-	-	-	١٩٤,٥٢	١٨٨,٥٥	٥,٩٧	ري
١,٧١	٣٥,٨١	١٣,٥٩	١٣,٤٩	٠,١٠	٢٢,٢٢	٢٢,٠٥	٠,١٧	دو
١٤,٩٤	٣١٣,٧٧	١٤٠,٦١	١٤٠,٢٩	٠,٣٢	١٧٣,١٦	١٧٢,٨٥	٠,٣١	وك
٤٢,٤٧	٨٩٦,٠٠	١٣٤,٧٠	١٣٤,١٠	٠,٦٠	٧٦١,٣٠	٧٥٩,٢١	٢,٠٩	ط
١٢٢,٦٤	٢٥٧٥,٣٦	٦٥٠,٤٧	٦٣١,٧٨	١٨,٦٩	١٩٢٤,٨٩	١٨٦٥,٣٣	٥٩,٥٦	مجم

نلاحظ من واقع (الجدول السابق رقم ٦-٢٠) ما يلي:

١- بلغ مجموع كمية الفاقد عن طريق التشبع (٢٥٧٥,٤) مليون م خلال المواسم المعتمدة، بمعدل عام يبلغ (١٢٢,٦٤) مليون م٣، كان نصيب مناطق التصريف الداخلي منها ثلاثة أرباع الكمية تقريبا، أي (٧٤,٧٪).

٢- يبدو أن مناطق أحواض المسل المائية تفقد في تشبع ترباتها ما نسبته (٣٪)، تسهم في هذه النسبة كل من مناطق الشمال والغورية والخور إضافة إلى الجميلية بحوالي (٢,٥٪) تقريبا، والنسبة الباقية موزعة بين المناطق الخمس الأخرى.

٣- تشير قيم الفواقد عن طريق التشبع في مناطق الانسياب الغطائي أن القسم الشمالي من شبه جزيرة قطر ممثلا بمناطق الشمال والغورية والخور وأم صلال والجزء الشمالي من الجميلية والشمال الغربي من الريان يستهلك ما نسبته (٣٥,٣٪)، وهذا يعني أن للمساحة دورا رئيسا في تزايد الفاقد عن طريق التشبع، وهو جانب يخص التوزيع الأفقي، أما ما يرتبط بالتوزيع الرأسي فلا بد لنا من إدراج عوامل أخرى تتمثل في سمك التربة السطحية، وانتشار المفاصل والشقوق، فالتربة السطحية في مناطق الانسياب الغطائي في القسم

الشمالي تتميز بضحولتها وبالتالي سرعان ما تتشبع، فإذا أضفنا إليها من خصائص البنية والتركيب الصخري ما يؤكد ما ذهبنا إليه لأدركنا بأن القسم الشمالي يسهم بتلك النسبة الموضحة سابقا والتي نعتبرها قليلة، ولذا يوفر بهذا الوضع قدرا أكبر من مياه الأمطار لتغذية الخزان الجوفي، خلافا لما نلاحظه في القسم الجنوبي، حيث التربة السطحية أكثر تعرضا للتفكك وبالتالي تبدو أكثر سماكة، كما تغلب عليها الرمال الهوائية، إضافة إلى كثافة أشجار الأكاسيا التي تعيش على الرطوبة المخزونة في التربة، مما يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من مياه الأمطار قبل أن تصل إلى خزانات المياه الجوفية، وهناك عوامل أخرى لا مجال لذكرها هنا.

٤- تغذية الخزانات الجوفية من مياه الأمطار:

إن طبيعة الأمطار التي تسقط مدرارة وبشكل منهمر في كثير من الاوقات خلال فترة وجيزة على شبه جزيرة قطر يصبح من العسير على التربة القطرية أن تستوعب كل هذه الكميات، الأمر الذي يعرقل تسرب جزء منها إلى الخزانات الجوفية مما يتيح لها المجال لتنصرف على شكل جريان مسيلي أو غطائي، كي تنتهي أخيرا إلى المنخفضات، من هنا يتبين أن التغذية الجوفية تأتي عن طريق التغذية المباشرة، وغير المباشرة، وقد بنيت في حساباتها على أساس (١٢٪) من كمية الأمطار في النصف الشمالي، و (٦٪) في النصف الجنوبي، وبذلك اقتفينا أثر كل من (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص ١٤)، ونجدر الإشارة إلى أننا رغم تقسيم التغذية إلى قسمين، إلا أننا في حالة استخراج القيم فضلنا عدم الفصل بينهما؛ لأن المعالجة تتركز هنا على مناطق قطر، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٢١)

تغذية الخزانات الجوفية (مليون م٣) للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)

المعدل الموسمي	المجموع الكلي	التصريف الخارجي			التصريف الداخلي			ملاحظات
		المجموع	انسياب	مسل	المجموع	انسياب	مسل	
١,٥٦	٣٢,٧١	١٠,٢٩	٩,٣١	,٩٨	٢٢,٤٢	٢١,١٣	١,٢٩	ن
٧,٧٩	١٦٣,٦٢	٥١,٤٧	٤٦,٥٥	٤,٩٢	١١٢,١٥	١٠٥,٦٧	٦,٤٨	م
٩,٣٥	١٩٦,٣٣	٦١,٧٦	٥٥,٨٦	٥,٩٠	١٥٤,٥٧	١٢٦,٨٠	٧,٧٧	م
٠,٨٧	١٨,٣٦	٢,٣٤	٢,٠٧	٠,٢٧	١٦,٠٢	١٣,٣٤	٢,٦٨	غ
٤,٣٧	٩١,٧٦	١١,٧٠	١٠,٣٣	١,٣٧	٨٠,٠٦	٦٦,٦٨	١٣,٣٨	م
٥,٢٤	١١٠,١٢	١٤,٠٤	١٢,٤٠	١,٦٤	٩٦,٠٨	٨٠,٠٢	١٦,٠٦	م
١,٥	٣١,٤	١٢,٠٨	١١,٨٤	٠,٢٤	١٩,٣٢	١٨,٤٧	٠,٨٥	خ
٧,٤٨	١٥٧,٠٧	٦٠,٤٣	٥٩,٢٢	١,٢١	٩٦,٦٤	٩٢,٣٨	٤,٢٦	م
٨,٩٨	١٨٨,٤٧	٧٢,٥١	٧١,٠٦	١,٤٥	١١٥,٩٦	١١,٨٥	٥,١١	م
٠,٧٠	١٤,٧١	٥,١٧	٥,٠١	٠,١٦	٩,٥٤	٨,٩٥	٠,٥٩	ص
٣,٥٠	٧٣,٥٩	٢٥,٨٧	٢٥,٠٨	٠,٧٩	٤٧,٧٢	٤٤,٧٧	٢,٩٥	م
٤,٢٠	٨٨,٣٠	٣١,٠٤	٣٠,٠٩	٠,٩٥	٥٧,٢٦	٥٣,٧٢	٣,٥٤	م
٦,٣٠	١٣٢,٣١	٤٤,٣٧	٤٢,٥٩	١,٧٨	٨٧,٩٤	٨٤,٣١	٣,٦٣	ج
٧,٥٣	١٥٨,٠٨	٥٢,٩٣	٥٠,٨١	٢,١٢	١٠٥,١٥	١٠٠,٨١	٤,٣٤	م
١٣,٨٣	٢٩,٣٩	٩٧,٣٠	٩٣,٤٠	٣,٩٠	١٩٣,٠٩	١٨٥,١٢	٧,٩٧	م
٢,٦٣	٥٥,٣١	-	-	-	٥٥,٣١	٥٣,٦١	١,٧٠	ري
١,١٣	٢٣,٧٣	-	-	-	٢٣,٧٣	٢٣,٠٠	٠,٧٣	م
٣,٧٦	٧٩,٠٤	-	-	-	٧٩,٠٤	٧٦,٦١	٢,٤٣	م
٠,٧٢	١٥,٠٨	٥,٧٢	٥,٦٨	٠,٠٤	٩,٣٦	٢,٢٩	٠,٠٧	د
٠,٦٠	١٢,٦١	٤,٧٩	٤,٧٥	٠,٠٤	٧,٨٢	٧,٧٦	٠,٠٦	م
١,٣٢	٢٧,٦٩	١٠,٥١	١٠,٤٣	,٠٨	١٧,١٨	١٧,٠٥	٠,١٣	م
٣,٧١	٧٧,٩٦	٣٤,٩٤	٣٤,٨٦	٠,٠٨	٤٣,٠٢	٤٢,٩٤	٠,٠٨	وك
٠,٥٥	١١,٥٤	٥,١٧	٥,١٦	٠,٠١	٦,٣٧	٦,٣٦	٠,٠١	م
٤,٢٦	٨٩,٥٠	٤٠,١١	٤٠,٠٢	٠,٠٩	٤٩,٣٩	٤٩,٣٠	٠,٠٩	م
٩,١	١٩١,٠٨	٢٨,٧٣	٢٨,٦	٠,١٣	١٦٢,٣٥	١٦١,٩٠	٠,٤٥	بط
٢,٨٧	٦٠,٢٧	٩,٦	٩,٠٢	٠,٠٤	٥١,٢١	٥١,٠٧	٠,١٤	م
١١,٩٧	٢٥١,٣٥	٣٧,٧٩	٣٧,٦٢	٠,١٧	٢١٣,٥٦	٢١٢,٩٧	٠,٥٩	م
٢٧,٩	٥٦٨,٩٢	١٤٣,٦٤	١٣٩,٩٦	٣,٦٨	٤٢٥,٢٨	٤١٣,٩٤	١١,٣٤	م
٣٥,٨٢	٧٥٢,٢٧	٢٢١,٤٢	٢١٠,٩٢	١,٥٠	٥٣,٨٥	٤٩٨,٥٠	٣٢,٣٥	م
٦٢,٩١	١٣٢١,١٩	٣٦٥,٠٦	٣٥٠,٨٨	١٤,١٨	٩٥٦,١٣	٩١٢,٤٤	٤٣,٦٩	كلي
٣,١	٦٣,٢١	١٥,٩٦	١٥,٥٥	٠,٤١	٤٧,٢٥	٤٥,٩٩	١,٢٦	م
٣,٩٨	٨٣,٥٩	٢٤,٦١	٢٣,٤٤	١,١٧	٥٨,٩٨	٥٥,٣٩	٣,٥٩	م
٦,٩٩	١٤٦,٨	٤,٥٧	٣٨,٩٩	١,٥٨	١٦٦,٢٣	١٠١,٣٨	٤,٨٥	كلي

(*) مج ١ يعني مجموع قيم الكميات الأولى من كل منطقة.

(**) مج ٢ يعني مجموع قيم الكميات الثانية من كل منطقة.



تتضح من (الجدول السابق رقم ٦-٢١) الخصائص التالية:

- ١- بلغ مجموع ما تسرب خلال المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) عن طريق كلا التصريفين حوالي (١٩, ١٣٢١) مليون م^٣، بمعدل موسمي (٩١, ٦٢) مليون م^٣، أي حوالي (٨, ٨٥)٪ من كمية الأمطار، ويمثل (٣٤, ٧٧)٪ من مجموع المعدل العام للفواقد عن طريقي التبخر والتشبع.
- ٢- قدر ما تسرب من مياه الأمطار في مناطق التصريف الداخلي بحوالي (٤, ٧٢)٪ من حجم المياه المتسربة، يخص مناطق الانسياب الغطائي منها (١, ٦٩)٪، والنسبة الباقية (٣, ٣)٪ ساهمت فيها مناطق المسل المائية.
- ٣- تشير نتائج البيانات إلى أن ما تسرب من مياه الأمطار في مناطق الانسياب الغطائي الداخلي يبلغ (٥, ٢) ضعف ما تسرب في مناطق الانسياب الخارجي تقريبا، بينما تزيد قليلا على هذه القيمة بمعيار مناطق المسل المائية ذات التصريف الداخلي والخارجي، بحيث تبلغ (١, ٣) ضعف على التوالي.
- ٤- من الملاحظ أن كمية المياه المتسربة في دائرة أحواض تجميع حقول آبار المياه الجوفية في القسم الشمالي تبلغ (٧٣, ٥٦١) مليون م^٣، أي بنسبة (٥٨, ٧٥)٪ من حجم المياه المتسربة في مناطق التصريف الداخلي، أي أن المعدل الموسمي للمياه المتسربة إلى طبقات حقول الآبار الواقعة إلى الشمال الغربي من الدوحة وفق البيانات المتوفرة بلغ في حدود (٧٥, ٢٦) مليون م^٣، هذه الكمية تمثل حوالي (٥, ٠٧)٪ فقط من معدل الأمطار الساقطة على مناطق التصريف الداخلي.
- ٥- يبلغ المعدل الموسمي للمياه المتسربة في المناطق الشمالية الأربع (الشمال، الغويرية، الخور، وأم صلال) نحواً من (٧٧, ٢٧) مليون م^٣، أي بنسبة (٢٦, ١٤)٪ من مجموع المعدل الموسمي للمياه المتسربة في مناطق التصريف الداخلي، وحوالي (٥, ٣)٪ من مجموع كمية التساقط عليها.
- ٦- من الواضح أن مجموع كمية المياه المتسربة ضمن مناطق التصريف الخارجي (مسـل وانسيابات غطائية) تشكل (٢, ٣٨)٪ من حجم المياه المتسربة في مناطق



التصريف الداخلي، وهي كميات قد ينفد جزء منها إلى البحر، لذا وجب توجيه العناية والاهتمام بالكميات المتبقية والاستفادة منها بأساليب تعمل على مضاعفة المخزون الجوفي المستغل، وتخفيف العبء عن حقول الآبار المنهكة.

٧- يبدو أن حجم التغذية للخزان الجوفي في النصف الشمالي بلغ خلال المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) حوالي (٣٢, ٩٠٧) مليون م^٣، بمعدل موسمي بلغ في حدود (٢١, ٤٣) مليون م^٣، أي بنسبة (٤٤, ١١٪) من معدل حجم التساقط على النصف الشمالي والبالغ (٩٢, ٣٧٧) مليون م^٣، بينما بلغت الكمية في النصف الجنوبي (٥٩, ٤١٣) مليون م^٣، بمعدل موسمي (٧, ١٩) مليون م^٣، وهي قيمة تضاهي (٩٢, ٥٪) من المعدل السنوي لحجم التساقط البالغ مقداره (٤, ٣٣٣) مليون م^٣، ومن الجدير أن نؤوه في هذا السياق إلى أن النقص في نسبة التغذية في النصف الشمالي، والنقص في مثلتها في النصف الجنوبي ناتج عن إضافة القسم الجنوبي الشرقي لمنطقة الريان إلى النصف الشمالي رغم تعاملنا معه في استخراج نسبة التغذية بواقع (٦٪) من كمية التساقط.

٨- أما المعدل العام للتغذية الجوفية (نعني بها على مستوى المناطق) خلال المواسم المعتمدة، فإنه يتفاوت من منطقة إلى أخرى لارتباطه بمعدلات المطر من جهة، وتأثره بمساحة المنطقة من جهة أخرى، مع الوضع في الاعتبار عوامل ذات أهمية من بينها الظروف الجوية والخصائص الصخرية والتربة، ولتوضيح أثر العوامل الأولى (معدل المطر والمساحة) قمنا بحساب قيم العلاقة بينها وبين المعدل العام للتغذية في كل منطقة فكانت النتائج كالتالي:

جدول رقم (٦-٢٢)

نتيجة العلاقة بين مساحة كل منطقة وحجم التغذية ومعدلاتها العامة

معادلة خط الانحدار	معامل الارتباط	الانحراف	المتوسط	
من = ٥٩,٩٨ + ٨ س	٨٧ +	٨٣,٣٨	١٠٨٢,٥٥١	متغير المساحة (x)
			١٤٦,٨	مجموع حجم التغذية (y)
من = ٢,٠٤٢ + ٠,٠٦٣ س	٠,٨٦٨ +	٣,٩٧	٧٩,٠	متغير معدل المطر (x)
			٦,٩٩	معدل التغذية العام (y)

(أ) يتبين من الجدول أن العلاقة في الحالتين علاقة طردية (موجبة)، ولكنها أقوى في الحالة الثانية بدليل أن معامل التحديد بينهما يبلغ (٧٥,٣٤٪)، بينما لا يزيد في الأولى على (١٢,٦٥٪)، وهذا يعني تزايد أثر العوامل الأخرى لدرجة بلغت نسبتها حوالي (٣٤,٨٨٪)، في حين تبلغ في السابقة (٢٤,٦٦٪).

(ب) في حالة تطبيق المعادلة ومضاعفة معدل الأمطار الساقطة، فإن حجم التغذية يتزايد بقيمة ثابتة، بينما تتناسب النسبة المثوية لمعدل التغذية قياسا بمعدل الأمطار الساقطة تناسباً عكسياً.

٥- موازنة المياه السطحية:

نقصد بموازنة المياه السطحية الوقوف على كميات التساقط ومعرفة الفوائد (التبخر والتشبع) ومن ثم تحديد المكتسب (ما ينحدر جريانا، أو غطائيا، وما يتسرب نحو الباطن)، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٢٣)

موازنة المياه السطحية (معدل موسمي عام مليون م^٣)

للمواسم (٧١/٧٢ - ٩١/٩٢)

المنطقة البيان	ش	غ	خ	ص	ج	ري	دو	وك	قط	مج	المعدل
المطر	٧٧,٩١	٤٣,٦٩	٧٤,٧٨	٣٥,٠٣	١٤٤,١٠	٥٣,٩٧	١٠,٩٩	٧١,٠٣	١٩٩,٤٧	٧١,٩٧	٧٩,٠٠
فوائد	٦٨,٥٦	٣٨,٤٥	٦٥,٨٠	٣٠,٨٣	١٣٠,٢٧	٥٠,٢١	٩,٦٧	٦٦,٧٧	١٨٧,٥٠	٦٤٨,٠٦	٧٢,٠١
مباشرة	١,٥٦	٠,٨٧	١,٥٠	٠,٧٠	٦,٣٠	٢,٦٣	٠,٧٢	٣,٧١	٩,١٠	٢٧,٠٩	٣,٠١
غ.م	٧,٧٩	٤,٣٧	٧,٤٨	٣,٥٠	٧,٥٣	١,١٣	٠,٦٠	٠,٥٥	٢,٨٧	٣٥,٨٢	٣,٩٨
مك	٩,٣٥	٥,٢٤	٨,٩٨	٤,٢١	١٣,٨٣	٣,٧٧	١,٣١	٤,٢٧	١١,٩٧	٦٢,٩٢	٦,٩٩

ملاحظة: (١) تعني بالحروف ش، غ، خ، ص، إلخ .. مناطق قطر.

(٢) تعني ب (غ.م) تغذية غير مباشرة، (مك) المكتسب من مياه الأمطار.

ومن (الجدول السابق رقم ٦-٢٣) يتبين التالي :

١- المكتسب من مياه الأمطار في تغذية الخزان الجوفي (مباشرة وغير مباشرة) قياسا بمجموع معدل حجم التغذية يتفاوت من منطقة إلى أخرى، وهذا ما يدعونا إلى إجراء عملية تصنيف لمعرفة أيها أكثر تغذية، فلدينا أربع فئات :

(أ) فئة يزيد فيها المكتسب من المياه على (٢٠٪)، وتنفرد بها منطقة الجميلية، ولا نعزوه لقلّة الفاقد، وإنما لتفردها بثنائية الخصائص، إذ تتميز قطاعات كبيرة من مساحتها بنفاذية ومسامية عالية (مفاصل وشقوق) مما يسمح بتسرب كم من مياه الأمطار، ويتسم بعضها الآخر بحزوم ونهود تسهم في تشكيل جريان سطحي يفضي في النهاية إلى مجموعة الوهاد المتشعبة ضمن حدودها.

(ب) فئة يتراوح فيها المكتسب من المياه بين (١٥٪ و ٢٠٪)، وتمثل في الجزء الجنوبي الغربي من شبه الجزيرة (جريان البطنة)، وقد ترتبط هذه الميزة من جانب بتزايد معدلات الأمطار (مثلث العامرية - الخراة - ترينا)، وتسمح خصائص السطح (نسيج خشن) من جانب آخر بتسرب مياه الأمطار.

(ج) فئة يتراوح فيها المكتسب ما بين (١٠٪-١٥٪)، وتضم منطقتا الشمال والخور، حيث تسهم كل منهما بنسبة تبلغ ما بين (١٤،٨٦٪، ٢٧، ١٤٪).

(د) فئة يقل فيها المكتسب عن (١٠٪)، وتنحصر في مناطق الغويرية وأم صلال والريان والدوحة والوكرة، ولعلها بهذه الخصائص تظهر أثر عدد الأيام المطيرة في الفاقد من مياه الأمطار عن طريق التبخر وخاصة المنطقة الأولى، وما قد يترتب عليه من نقص في التغذية المباشرة، وغير المباشرة.

ثالثاً: المياه الجوفية:

أحطنا معرفة في الفصل الثاني (جيولوجية قطر) بأن شبه جزيرة قطر تمثل في بنيتها الجيولوجية قوساً صخرياً طولياً (شمالي - جنوبي)، يتكون من صخور رسوبية متعاقبة، يغلب عليها الطابع الجيري المختلط بالدولومايت والطين تارة، وبالجبس والإنهيدرايت تارة أخرى، وبالطين الجيري والحصى تارة ثالثة، هذه

التكوينات تعرضت لضغوط تكتونية، كانت سببا في تشكيل أنواع متباينة من التراكيب والبنىات الجيولوجية ذات الصلة الوثيقة بأحواض تخزين المياه الجوفية، وربما تتضح هذه الصلة من خلال استعراض النقاط التالية:

١- العلاقة بين المياه الجوفية والتراكيب الجيولوجية:

أ/ ١ التركيب الجيولوجي وعلاقته بتغذية الخزان الجوفي:

يتوقف تسرب مياه الأمطار نحو الباطن على نوع الصخور، فإذا كانت المفتتات الصخرية من النوع الحشن مثل التكوينات الحصوية والرمال المفككة، فإن مياه الأمطار سرعان ما تتسرب عقب سقوطها، فقد تبين لنا أن سطح قطر تغطيه رواسب وفرشات من الرمال، وتكوينات من الحصى والطباشير، تسمح خصائصها الصخرية بإنفاد المياه إلى الخزانات الجوفية، بينما نجد في التكوينات الدقيقة كالطين والسلت مقدرة فائقة على الاحتفاظ بالرطوبة بين حبيباتها، وهي خاصية ساعدت على انطباع نوع من الجريان السطحي، وزادت من فاعلية الاعتماد عليه في المناطق الحوضية (الروضات)، لذا تتميز رواسبها بأنها شديدة التماسك Consolidated وهذا ما يتمثل في الجزء الشمالي الغربي من شبه جزيرة قطر، حيث يمتد حزام من المسل المائية ابتداء من مسيكة في الشمال حتى العوينة في الجنوب.

ب/ ١ انتشار الشقوق والمفاصل في التركيب الجيولوجي:

إن دقة المفتتات ليست العامل الوحيد الذي يحكم عملية تسرب المياه، وإنما يتوقف إنفاذ الصخور لمياه الأمطار على وفرة تراكيب بنيوية تتمثل في وجود الشقوق والمفاصل، وقد ثبت انتشار العديد من هذه الظاهرة في رواسب النيوجين السطحية، وخاصة في تكوينات الدمام التي يتشكل منها معظم سطح قطر (Cavelier, 1970, p. 27) مما قد يساعد على زيادة إنفاذ الصخور الجيرية لمياه الأمطار، وما يؤكد عليه عدم وضوح وانطباع التصريف المائي السطحي في كثير من مناطق شبه جزيرة قطر.

ج/ ١ المحتوى الصخري من المتبخرات:

يخلق هذا المحتوى أنواعا عديدة من التراكيب الانهيارية الناتجة عن حركة المياه الرأسية Upward Leakage of Water التي تتركز على طول سطوح التشقق



Fracture Planes وتعرف بظاهرة الإذابة الكارستية وتنطبع في الصخور الجيرية والدولومايتية مما يعزز إمكانية تسرب مياه الأمطار من ناحية، وتشكيل خزانات المياه الجوفية Aquifers من ناحية أخرى.

د/ ١ الشكل القبائي وعلاقته بعدسات المياه الجوفية:

شبه جزيرة قطر عبارة عن قوس قبائي عريض، بدأ يتشكل كعمود فقري لها إثر حركات تكتونية دفعت الطبقات الرسوبية الإيوسينية إلى أعلى، حيث اكتملت معالمه أواخر الميوسين، وقد صاحب هذا التشكيل تراكيب قبائية وظواهرات من الشقوق والفوالق، ساعدت على تسرب مياه الأمطار التي استطاعت بمعاونة ما تحتويه هذه التراكيب من مياه جوفية أن تذيب بعض الرواسب الجيرية والمتبخرات، فتتج عنها بعد أن أخذت سقوفها تتهدم وتنهار من شدة الضغط عليها الكهوف الجوفية التي غدت من أهم العدسات Cells الحاوية للمياه الجوفية.

هـ/ ١ التركيب الجيولوجي وعلاقته بحركة المياه الجوفية:

يبدو أن للتركيب الجيولوجي أثرا على حركة المياه الجوفية خلال الطبقات الخازنة لها، وتعتمد حركة المياه الجوفية على حجم الفراغات البنية التي توجد بين جزئيات الصخور، وعلى مدى التحامها، ودرجة ميل الطبقات، فمن جدول التعاقب الطبقي للصخور (انظر القطاعات الرأسية) يتبين أنه باستثناء بعض التشكيلات والطبقات المتداخلة Interbedded ذات الليثولوجية المارلية، فإن بقية الإرسابات وخاصة تلك التي تحتوي تكويناتها على الطفلة تعتبر ذات نفاذية عالية للمياه، وإذا أضفنا محصلة الحركات التكتونية، فمن الصعب أن نتصور العدسات المائية المختلفة وكأنها تشكل وحدات منفصلة عن بعضها بشكل قاطع، أضف إلى هذا: الميل العام للطبقات الصخرية في الرفرف والرصيف القارين لشبه الجزيرة العربية باتجاه الشرق والشمال الشرقي، والذي يتراوح بين (١-٣) درجات (محمد شفيق الصفدي، ١٩٧٢، ص ٢٧٩)، وهذا ما يتفق مع نتائج الدراسات الجيولوجية التي أجرتها شركة أموجيل للحفر في عام ١٩٦٣، فأفادت بأن الجزء الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر يحصل على جزء ليس بالقليل من مياهه الجوفية من الجانب الغربي للمسطح العربي، وخاصة من هضبة نجد التي تعتبر مصدر المياه

الجوفية لشرق شبه الجزيرة العربية، إذ تنساب المياه في رحلتها حوالي (٣٠٠) ميل عبر الصخور الباطنية كما ذكر Ebert في عام ١٩٦٥ فتصل إليها عبر طبقات الميوسين الأدنى، لذا تشكل هذه المنطقة خزاناً من المياه الجوفية الارتوازية تحتفظ بها تكوينات الدام في طبقات الثنيات المقعرة (مقعر سلوى)، حيث تحده من الشرق طية دخان المحدبة التي تشكل حائطا جيولوجيا يعمل على تجميع المياه في هذا الحوض الارتوازي.

٢- المياه الجوفية وأنظمة الطبقات الخازنة لها:

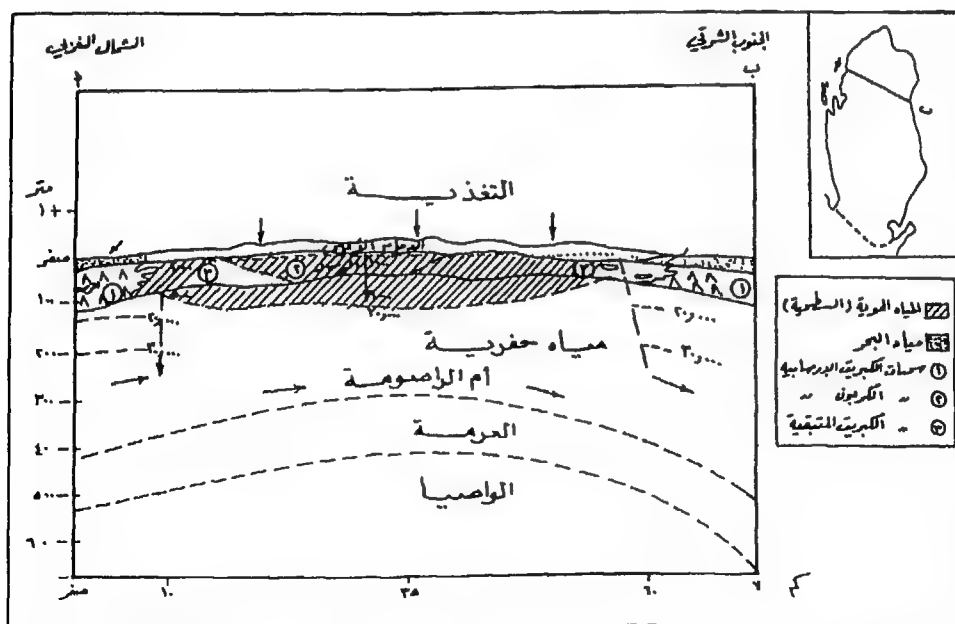
نخلص إلى القول بأن الصخور الكربونية والمتبخرات تتميز بالمسامية Porosity، هذه المسامية تشكلت عن طريق الفراغات والفجوات Voids التي تفصل بين الحبيبات المترسبة كيميائياً، ثم تعاظمت المسامية وازدادت نفاذية الصخور إثر تعرضها لعملية التصخر Diagenesis، وانتقال المياه في حركة دائبة بين الحبيبات أثناء عملية الاندماج من ناحية، أو بسبب القوى الضاغطة الهيدروليكية من ناحية ثانية، ولذا نلاحظ أن آفاق الطبقات الحاملة للمياه الجوفية قد نشأت في السحنات الكربونية والكبريتية إثر استجابة تكويناتها لعوامل التحلل وإعادة الترسيب Redeposition، فالتغيرات التي أصابت الصخور الكبريتية من جراء عمليات التحلل الكيميائي (الإذابة الكارستية Karstification)، هذه العملية تتخير مواطن الضعف الجيولوجي كالمفاصل Joints والشقوق Fractures وسطوح الانفصال الطباقية Bedding Planes، فتتسع الفراغات، وقد ينتج مع استمرار عمليات التحلل والإذابة ظاهرة الكهوف والمغارات الانهيارية، الأمر الذي يزيد من نفاذية الصخور، وبالتالي يساعد على تجميع المياه وانتقالها بين الآفاق المختلفة، ومن ثم تغير مستوياتها.

ومثالنا على ذلك ما حدث لسحنات سمسة الدولوميتية، إذ يتكون عضو سمسة في الأصل من الحجر الجيري الطباشيري، وما إن تعرض لإعادة توزيع Redistribution، وعمليات تركيز لكاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم بفعل التجوية، وعمليات تفريغ جوفية بسبب التحلل، غدا يتميز بمعدلات تسرب عالية، وأضحى مستودعاً لمخزون أكبر كمية من المياه، بحكم احتفاظ الطبقات

الدنيا من هذا التكوين والتي يمثلها الحجر الجيري الطباشيري بحالتها الأصلية (Eccleston, 1981, p. 10-9)، وفيما يلي دراسة لأهم المجموعات (الطبقات) الخازنة للمياه الجوفية من الأحداث نزولا باتجاه الأقدم:

٢/١ تكوينات النيوجين: (فيما بعد الميوسين)

هذه التكوينات محدودة الانتشار في قطر، وهي عبارة عن صخور عزيلة Outliers تقع في الجنوب الغربي، وتعتبر طبوغرافيا أكثر المناطق القطرية ارتفاعا (راجع فصل الطبوغرافيا)، وهذا يعني أنها أكثر التكوينات مقاومة لعمليات النحت والتجوية، تختلف عنها في التكوين منطقة أبو سمرة التي توجد فيها طبقات رقيقة من الحجر الجيري، والصلصال والحجر الطيني والجبس، ولكنها تتفق معها في كونهما يشكلان طبقات كتيمة Aquiclude لمستودع المياه الجوفية الذي تحتضنه تكوينات العلات (عضو أبروق) التي تقع أسفل منها (شكل رقم ٦-١٣).



معدود، ١٩٨٨، ص ٢٦

شكل رقم (٦-١٣)

قطاع عرضي هيدروجيولوجي لشبه جزيرة قطر



ب/ ٢ طبقات الدمام الأعلى:

ويمثلها في شبه جزيرة قطر الحجر الجيري الدولومايتي (عضو أبروق) الذي يتشتر على جوانب Flanks حدة دخان، ويبلغ سمك هذا التكوين (٢) م، ويبدو أنه على نحو مغاير عن تكوينات الجنوب الغربي، فهو في منطقة أبو سمرة ذو أهمية هيدروجيولوجية، إذ يتألف من أكثر من (١٢) م من الحجر الجيري الدولومايتي سهل التفتت Friable، ويتميز بنفاذية عالية، لذا يعتبر هذا المستودع ممرا Conduit لمخزون المياه الجوفية المتواجد في التكوينات الأقدم منها والأحدث، وهو مستودع سطحي يعتقد بأنه يحتوي على كمية من المياه الجوفية يخيل إلي أنها مطمئنة تبلغ (٢) مليون م^٣/ السنة، ومع ذلك فإن استغلالها ما زال يمارس على نطاق ضيق لكون نوعيتها رديئة (شكل رقم ٦-١٤)، أما عضو مارل أبروق الذي يشكل الطبقات الدنيا (الأقدم) فيتكون من الصلصال والطين الجيري (السَّجِّل)، ويزيد سمكه على (١٠) أمتار (اكلستون، ١٩٨١، ص ١٠/١٠)، وينظر المارل البرتقالي في البحرين أو العلات في السعودية، ويعمل كطبقة كتيمة لمستودع المياه الجوفية في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر.

يعتبر دولومايت وحجر جير سمسة (المنظر لتكوينات الخبر في السعودية والبحرين) من أكثر الصخور انتشارا في شبه جزيرة قطر، إذ يغطي ما نسبته (٨٠٪) من سطح قطر، ويسمك يتراوح ما بين (١٠-٣٠) م، ويمثل عضو سمسة أنموذجا لعملية الدلمنة Dolomitisation (وهي عملية التصخر أو الاندماج) حيث حل الدولومايت محل جزء من الصخور الأصلية التي تتكون من الحجر الجيري والطباشير، فاكسب بالتالي خصائص جديدة أفقدته ما كان يتميز به من صلابة ومقاومة لعمليات النحت والتعرية، وغدا يمثل أهم الطبقات الخازنة للمياه الجوفية في منطقة الخور، وما تركز المزارع التي تبلغ نسبتها أكثر من (٢٠٪) إلا دليلا قاطعا على أهمية هذه المنطقة الهيدروجيولوجية، وتجدر الإشارة إلى أن بعضا من التكوينات الصخرية لم يعتريها التدمت، بل احتفظت بأصولها من الحجر الجيري الطباشيري، ورغم ذلك فإنها تحتوي على تجاويف صغيرة Vuggies قد تختزن بعضا من المياه، إلا أن منسوب المياه الجوفية Phreatic Water ما زال قابعا أسفل منطقة التماس الفاصلة بين تكوينات الدمام وتكوينات الرس.



ج/ ٢ طبقات الدمام الأدنى: Lower Dammam Aquitards

ونميز من بين تكويناتها الأساسية، شرائح من الطين الصفحي Shales المنتمي لطبقة ميدرا، والصلصال والطين الجيري، وطبقات رقيقة جدا لا يعدو سمكها مترا واحدا من الحجر الجيري تغلف قاعدة وقمة هذا التتابع (شكل رقم ٦-١٤)، ونادرا ما يزيد سمك تتابع طبقات الدمام الأسفل على (١٢) م، ورغم ذلك ما فتئت تمثل إحدى الطبقات الهيدروجيولوجية الهامة التي لم يتم بعد إدراك دورها وفهمه Profound وخاصة أنه ليس ثمة وجود لتكويناتها في الجزء الشمالي من شبه جزيرة قطر إلى الشمال من خط عرض أبو ثيلة، وتفسير ذلك يكمن كما أوضحنا في الفصل الجيولوجي في فرضيتين: الأولى: تتمثل في غياب تكوينات الدمام الأسفل لنهوض حدث للجزء الشمالي من قطر، أو لانخفاض طراً على منسوب البحر القديم، والثانية: تتمثل في إزالة هذه التكوينات (إذا أرسبت) من مواقعها في الجزء الشمالي من قطر بواسطة عمليات النحت والتعرية التي ربما سادت في تلك الحقبة قبل مزاوله البحار القديمة نشاطها الإرسابي مرة أخرى وحدثت تكوينات الدمام الأعلى.

د/ ٢ طبقات الرس - أم الراضومة:

تتألف تكوينات الرس من سحنتين متميزتين (شكل رقم ٦-١٣)، السحنة الكبريتية: Sulfate Faces وقوامها الطين الجيري الانهيدرايتي السميك، والحجر الجيري بطبقاته الرقيقة، وتنتشر هذه السحنة بطبقاتها الكثيفة في مناطق البنيات السالبة، والسحنة الكربونية: Carbonate Faces، وهي عبارة عن طبقات رقيقة من الحجر الجيري الدولومايتي الطباشيري، وقد طرأت عليها بعض التطورات والتغيرات Altered، وتسود المناطق ذات البنيات الموجبة (المحدبة)، وسمك تكوينات هاتين السحنتين يتراوح - كما أشرنا في فصل الجيولوجيا - بين (٢٠ و ١١٠) م، وقد تبين لنا من قبل أن طبقات الدمام الأدنى ربما أزيلت من مواقعها الحدودية الفاصلة بين السحنتين الكربونية في الشمال والكبريتية في الجنوب، أو أنها لم تترسب ألبتة، ولهذا مغزاه الهيدروجيولوجي، فغيابها أدى من ناحية إلى اتصال هيدروليكي مباشر بين الطبقات المتبقية من الحجر الجيري التابع للرس وتكوينات أم الراضومة الواقعة



قلا عارضی ہیر و لہمی جنوب جنوب جزیرہ قطر

مباشرة أسفل منها، وعملت المياه نتيجة الاتصال من ناحية ثانية على إذابة الانهيدرايت وإزالته من النصف الشمالي، في حين اعترضت Impeded تكوينات الدمام الأدنى المتواجدة إلى الجنوب من خط عرض أبوثيلة سبيل تحرك وانتشار Circulation المياه الجوفية، وبالتالي حدثت من عملية إذابة وإزالة تكوينات الانهيدرايت التابعة للرس في المنطقة الواقعة إلى الجنوب.

أوضحنا أن دولوميت وحجر جير أم الراضومة على اتصال هيدروليكي مع تكوينات الرس الكربونية التي تعلوها في الجزء الشمالي من قطر، وأن (٨٠) مترا من تكوينات أم الراضومة تحتوي على مخزون من المياه الجوفية يبدو أن طاقتها الإنتاجية عالية (اكلستون، ١٩٨١، ص ١٠/١١)، أما في الجزء الجنوبي من قطر، فإن المياه الجوفية التي تحتويها طبقات الرس لا تتحرك إلا ببطء شديد Aquitard، فأوضحت مياه تكوينات أم الراضومة حبسية Confined، ومن خلال تقرير أعدته برنامج التنمية الزراعية وتطوير مصادر المياه الجوفية التابع للأمم المتحدة عام ١٩٨١ أن الـ (١٠٠) م العليا فقط من تكوينات أم الراضومة قد تمت دراستها من خلال حفرتين تجريبيتين، وتبين أن الطبقات العليا التي يتراوح سمكها بين (١٠-٢٠) م من هذه التكوينات عانت في بعض المناطق - كما هو الحال في السعودية - رغم تكهفها Karstified من عملية الامتلاء المتواصل Infilling بالصلصال، وبالتالي فقدت خصائصها الهيدروجيولوجية، الأمر الذي يجيز لنا التنبؤ والقول بإمكانية الحصول على كميات ذات شأن من الطبقة الصخرية التالية لها نحو الباطن إذا توفرت ظروف دراستها بافتدار مادي وعلمي.

هـ/ ٢ طبقات العرمة - الواصيا:

قامت شركة أموجيل في عام ١٩٦٣ بحفر آبار اختبارية بحثا عن المياه، منها ما تم حفره على عمق (٤٩٥) مترا في الجزء الجنوبي من قطر، فاخترق كلا من تكوينات الدمام والرس و ٣٠٠ مترا من تكوينات أم الراضومة، وآخر حُفِرَ في منطقة سودانثيل على عمق (١١٨٠) مترا، وشمل قطاعه الطباق الراسي تكوينات الرباعي والرس وأم الراضومة والعرمة والواصيا، ومنها نستخلص أن خصائص المياه الجوفية تتفاوت بين الطبقات الصخرية القديمة وتلك اللاحقة منها عمرا،

تفاوتها بين الشمال والجنوب، فالمياه في الشمال القطري - كما أفادت التقارير - توجد في طبقات الواصيا التي تتكون من الرمل الصخري العائد للكريتاسي الأوسط، حيث تتميز هذه الطبقات بانتظام خواصها الليثولوجية، وارتفاع مسامية صخورها، وأن المياه الجوفية التي تحتضنها ترتفع فيها نسبة الملوحة، مع أن نتائج الدراسة لقطاع جيولوجي في حفرة اختبارية تقع على عمق (٥٠٠) م إلى الشرق من مدينة الرويس (أقصى شمال قطر) تخضت عن افتراضين: الأول: أن القطاع الطباقى يتكون من رواسب تنتمي لتكوينات الرس وأم الراضومة والعرمة، وأفضى الثاني: إلى عدم وجود اتصال هيدروليكي بين المياه الجوفية ومياه البحر التي تقع في نفس المستوى، وهو أمر بالغ الأهمية، فإذا صحت الفرضية فسيكون لاستثمار مياه هذه الطبقات أثر كبير في تدعيم وتطور مشروعات التنمية الزراعية، وحتى في الاستثمارات المائية القائمة وتوازنها.

وهنا يطرح سؤال نفسه: ما سر ملوحة المياه في طبقات الحفرة الاختبارية؟ والإجابة: أن فرضية عدم الاتصال الهيدروليكي قد يجانبها الصواب إذا عرفنا أن السنة Tongues من مياه البحر كما أفاد بذلك (إكلستون، ١٩٨١، ص ٨/٤٩) من خلال خريطة التغير في ملوحة المياه الجوفية للفترة (١٩٧٢-١٩٨٠)، تتوغل نحو اليابس القطري، وخاصة المناطق الشمالية القصوى من قطر، فتعمل على تزايد مجموع المواد الصلبة المذابة TDS وبالتالي تدهور نوعيتها.

٣- مصادر المياه الجوفية:

وعلى أساس العلاقات السابقة يمكن أن نميز من وجهة النظر الهيدروولوجية بين نظامين رئيسيين وأنظمة أخرى ثانوية للمياه الجوفية:

أ/ ٣ نظام النصف الشمالي: (نطاق المياه الجوفية الضحلة Shallow Zone)

يتمثل هذا النظام في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر، ويمتد إلى الشمال من طريق «الدوحة - دخان»، وطبقاته الصخرية النفاذة، لها جسم يسمح بتكون عدسات من المياه العذبة Lens يبلغ سمكها في منطقة الآبار كما أشار (إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ١٠/٤) بين (٧٥ و ١٠٠) م، يتناقص هذا السمك



بالاتجاه نحو الشمال أو ربما باتجاه الشرق والغرب (أي نحو الساحل)، وتطفو عدسات المياه هذه - ما دام هناك اتصال هيدروليكي - فوق مياه متوسطة الملوحة، ونعني بهذا أن المياه الجوفية العذبة تحتويها طبقات الرس والدمام (عضو سمسة)، بينما تضم ترسبات أم الراضومة ماء أجاجا، أو أن الملوحة ترجع إلى تدهور المياه Deterioration، بمعنى انتقال المياه الجوفية في حركتها باتجاه الساحل يؤدي إلى انخفاض مستوى سطحها وبالتالي تحل محلها أو تختلط معها مياه مالحة، وقد أشارت شركة بارسون بأن هذا السمك من المياه الجوفية يقع تحت مستوى سطح البحر، فلا بد - إضافة إلى السطح البيني المالح - أن يحدث ضبط توازني بين الوسطين العذب والمالح.

وتظهر أهم تجمعات حقول المياه في قطاع تنكشف فيه تكوينات الرس فوق السطح (شكل رقم ٦-١٥)، وتمتد من مطالعها Outcrops قبالة الذخيرة من ناحية الغرب حتى الشحانية، وتشمل آبار أم الشخوط والرشيديّة والذبيبة والمزرعة وأبوئيلة والحريب وأم القهاب و العطورية، علاوة على حقل آبار للمياه الجوفية يقع في منطقة مسيكة إلى الشرق من الزبارة، كما تؤكد شركة بارسون على وجود ينابيع في فشت الديبل تعتبر مصدرا للمياه العذبة وتقع في منطقة الحيد البحري قليلا إلى الشمال الغربي من الزبارة، إذ اتضح من خلال حفرة بهدف الفحص البنيوي أن ينبوعا انبجست منه المياه من تكوينات الدمام قُدرَ تصريفه في حدود (٦, ٠ لتر/ الثانية).

هذا النظام يعتبر الأهم من نواح ثلاث: الأولى: اشتماله على أكثر المناطق القطرية مطرا، وأقلها تبخرا، والثانية: امتداده في المنطقة المأهولة بالسكان، والثالثة: التركيز الواضح لغالبية المزارع القطرية في روضاته وتزايد الكثافة العددية لآباره، ويعتمد هذا النظام على تغذية مباشرة وغير مباشرة من مياه الأمطار قدر معدلها للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) بحوالي (٢٧, ٠٩) مليون م^٣/الموسم، أي بنسبة (٣, ٣٤٪) من المعدل الموسمي للأمطار، بينما بلغت التغذية غير المباشرة في حدود (٨٢, ٣٥) مليون م^٣/السنة، أي بنسبة (٣, ٤٥٪) من معدل المجموع السنوي العام للأمطار في قطر، وما دام حجم التغذية للخزانات الجوفية يرتبط

بكمية الأمطار ارتباطا وثيقا، فإن العلاقة تغدو بالتالي قوية بين المواسم التي تجود بأمطار غزيرة، وكميات التغذية المباشرة أو غير المباشرة، ففي الموسم (٧٥/٧٦) بلغ حجم الأمطار في منطقة الشمال - مثالا - (٩٦٩, ٥٤٩, ١٩٠) مليون م^٣، تبخر منها على مدى (١٩) يوما من الأمطار حوالي (٨٢, ٩٣) مليون م^٣، أي بنسبة (٤٣, ٥٪)، وتسرب منها بالطريقتين (على أساس ١٢٪) ما مقداره (١٩٦, ٩١٤, ١٢) مليون م^٣، بغض النظر عما استنفذ في تشبع التربة، وهو يفوق مقارنة بما تم استخدامه للأغراض الزراعية بحوالي (١, ٣) مرة، وهو مؤثر على أن الأمطار رغم عشوائيتها قد تفي بحاجتنا إذا كان الاستخدام بقدر.

ب/ ٣ نظام النصف الجنوبي:

يشغل هذا النظام أجزاء من النصف الجنوبي من شبه جزيرة قطر، ويعتمد فيه على التغذية غير المباشرة من مصادر تبعد مئات الكيلومترات إلى الغرب منه، إذ ثبت أن المياه الجوفية تتحرك من حوض التجميع في المملكة العربية السعودية عبر الصخور الرسوبية استجابة لميل الطبقات باتجاه الشرق، ودعما لوفرة الفراغات البينية للرواسب، وبعد رحلتها هذه تتجمع على شكل حوض ارتوازي في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر تبعا لوجود تركييين جيولوجيين، أحدهما: - كما أشرنا سابقا - موجب، ويتمثل في حدة دخان بفروعها وامتداداتها، والآخر: سالب ويمثله مقعرا سلوى وزكريت، لذا يقع سطح المياه الجوفية لهذا النظام تحت ضغط هيدروليكي، وبالتالي فإن سطح المياه في هذه الطبقات يرتفع عاليا ليوازي منسوب المياه في منطقة التغذية.

٤- استخدامات المياه الطبيعية والمقطرة للأغراض المنزلية:

تستخرج المياه الجوفية العذبة في قطر من اثني عشر حقلا، يتركز معظمها في الجزء الشمالي الغربي من الدوحة على بعد يتراوح بين (٣٠ و ٦٠) كم، (خريطة رقم ٦-١٥) نستثنى من ذلك حقلي: حقل روضة راشد الذي يقع في قلب شبه الجزيرة وعلى بعد (٤٥) كم غرب غرب جنوب الدوحة، وحقل مسيكة الذي يقع في أقصى الطرف الشمالي الغربي إلى الشرق من الزبارة، ويلاحظ أن معظم حقول الآبار في قطر ترتبط بالدوحة العاصمة بحكم تركيز السكان فيها،

وبالمدن الصناعية والبتروولية بأنابيب للمياه العذبة، فحقول الجفيلية والصنع يزود بالمياه منطقتي دخان ومسيعيد، وحقول روضة راشد يوفر المياه اللازمة إضافة إلى مدينة الدوحة لمنطقة أم باب، وحقول مسيكة يمد بالمياه محطة الراديو في العريش، أما حقول أم الشخوط فتعتمد على مياهه منطقة الخور بواسطة الصهاريج التي تنقل المياه إلى المنازل والبيوت.

وقديما كانت المياه الجوفية في قطر تستخرج من آبار ضحلة، ومن عيون تقع قريبة من الساحل، ومن بعض الدحول المنتشرة في شبه الجزيرة كإحدى ظاهرات الإذابة الكارستية التي تتميز بها تكوينات الرس، وقد تزامن - كما أشرنا سابقا - استخراج المياه الجوفية بوسائل حديثة مع عمليات التنقيب وإنتاج البترول.

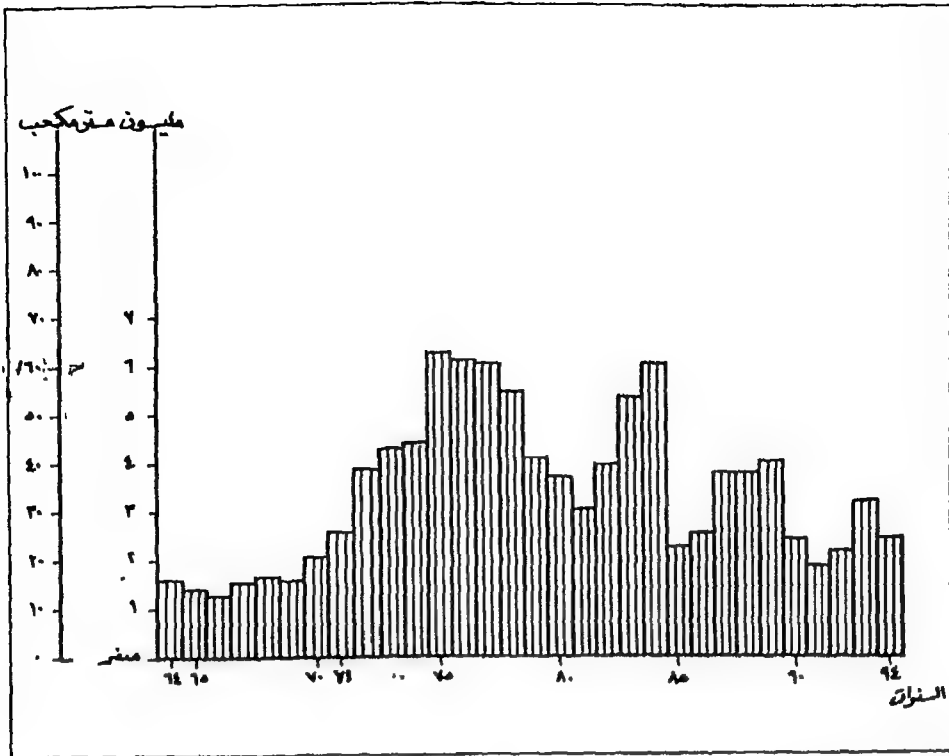
وسنعالج هنا استخدامات المياه للأغراض المنزلية سواء أكانت مياهها طبيعية (جوفية) أم مياهها مقطرة (تحلية مياه البحر) كالتالي:

١/ ٤ المياه الجوفية من حقول الآبار (الطبيعية):

كانت موارد المياه المستخدمة للأغراض المدنية قبل عام ١٩٦٠ تعتمد على المياه الجوفية التي يتم ضخها من حقول آبار المياه، فالمراكز السكنية الصغيرة كانت تعتمد على مياه الآبار المحلية الصغيرة، بينما كان سكان مدينة الدوحة يعتمدون على مياه حقول الآبار الواقعة في وسط شرق قطر. ومنذ عام ١٩٦٤ تزايدت موارد المياه الجوفية المنتجة من حقول الآبار جنبا إلى جنب مع تزايد إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو عبود، و (الشكل رقم ٦-١٦) يوضح الكمية المستخرجة من المياه الجوفية بهدف استخدامها للأغراض المنزلية، حيث يمكننا استخلاص التالي:

- ١- تقارب معدلات الإنتاج إلى حد كبير في فترة الستينيات وثماناتها، بحيث تراوحت بين (١,٦-١,٣) مليون م^٣، تماثلها في التقارب وثمان الإنتاج الفترة الممتدة بين (١٩٧٥-١٩٧٨) ولكن بكمية بلغ حجمها بين (٤,٢١-٥,٠) مليون م^٣، وفترة ثالثة تقع في نهاية الثمانينيات بين (١٩٨٧-١٩٨٩)، حيث تم استخراج ما حجمه (٤,٠٤-٣,٨) مليون م^٣، وتعزى هذه الخصائص إلى أن فترة الستينيات لم تشهد بعد ضغطا سكانيا





شكل رقم (٦-١٦) مدى التغير في استخراج المياه الجوفية المستخدمة للأغراض المنزلية (مليون ٣) منه مقبول الأدلة للفترة (١٩٩٤-١٩٦٤)

ملحوظا، إذ أشار تعداد عام (١٩٧٠) إلى تركيز لأكثر من (٨٧٪) من السكان في مدينة الدوحة، وأن الفترة الثانية شهدت تزايدا في إنتاج المياه المقطرة وإحجاما عن استخراج المياه الطبيعية حفاظا عليها من ناحية، وبقينا بأن محطات التحلية تغطي احتياجات السكان من ناحية ثانية، أما الفترة الثالثة فقد بدأت إرهاصات التخلي والمغادرة ولو مؤقتا لكثير من أفراد العمالة الوافدة، واتخاذ إجراءات مشددة نحو دخولهم البلاد.

٢- يوحى الرسم البياني إلى تزايد واضح في استخراج المياه الجوفية في الأعوام (١٩٧٢، ١٩٧٥، ١٩٨٣، ١٩٨٧، ١٩٩٣) مقارنة بالأعوام التي سبقتها مباشرة، حيث بلغت الزيادة نسبا تتراوح ترتيبا حسب التالي (٨، ٤٨٪، ٤٣، ٤٪، ٦، ٣٤٪، ٤، ٥١٪، ١، ٤٨٪)، وأسباب هذه الزيادة حسب تصورنا هي: تزايد أعداد السكان الطبيعية والوافدة، الاستهلاك العشوائي للمياه وعدم الوعي لأهميتها في منطقة أحوج ما تكون للتقنين والترشيد.

٣- يتضح من الرسم البياني حدوث انخفاض متميز في استخراج المياه الجوفية في عدد من السنوات، ولكنه أكثر حدة في عام ١٩٨٥، حيث انخفض إنتاج حقول المياه من (٦) مليون م^٣/ السنة إلى (٢,٢٥) مليون م^٣/ السنة، أي بنسبة بلغت (٦٢,٥)٪، هذا الانخفاض يوحى إلى زيادة في الإنتاج من محطات التقطير في كل من رأس أبو عبود ورأس أبو فنتاس، حيث زاد إنتاجهما مجتمعين (٧,٣)٪، إضافة إلى تراجع في أعداد السكان نتيجة الاستغناء عن أعداد كبيرة من العمالة الوافدة، أضف إلى ذلك مجموعة التشريعات التي صدرت لتنظم وتقتن من استخراج المياه الجوفية حفاظا عليها، وتجنبنا من زيادة تملحها.

٤- يتضمن الرسم البياني ابتداء من عام ١٩٧٩ مزيجا من بيانات كميات المياه العذبة والأخرى المالحة Brackish تم استخراجها من حقول آبار صغيرة في مناطق مشيرب والغرافة ومطار الدوحة والخليج الغربي.

٥- يبدو واضحا من الرسم البياني أن استخراج المياه الجوفية بلغ أوجه في عام ١٩٧٥، حيث تم استخراج ما حجمه (٦,٢١) مليون م^٣/ السنة، وأن عام ١٩٨٠ كان أقلها استخراجا للمياه الجوفية إذا استثنينا كمية المياه المالحة التي أضيفت إلى الحجم المستخرج ومقدارها (٢,٥) مليون م^٣، ليتبقى (١,١٦٩) مليون م^٣، ومقارنة رقمية بين هذين العاملين تؤكد لنا مدى التذبذب والتغير في الكميات المستخرجة خلالهما:

جدول رقم (٦-٢٤)

مقارنة بين الكميات المستخرجة من المياه الجوفية (مليون م^٣) لعامي ١٩٧٥، ١٩٨٠

التغير في الكمية	حجم المياه المستخرجة		حقول الآبار
	١٩٨٠	١٩٧٥	
٠,٠٩٠-	٠,٠٦٠	٠,١٥٠	روصة راشد
١,٠٤٦-	٠,١٩٦	١,٢٤٢	أم القهاب
٠,٢٣٩-	لا شيء	٠,٢٣٩	المروعة
٠,٢١٩-	٠,٠٧٣	٠,٢٩٢	الشيخانية
٠,١٤٣-	٠,٠٦٦	٠,٠٢٩	الخريب
٠,٩٦٦-	٠,١٤١	١,١٠٧	المطورية
٠,٥١-	٠,٠١٣	٠,٥١٤	أبو نيلة
٠,٧٦١-	٠,٠٨٦	٠,٨٤٧	الذبيبة
١,٠٧٦-	٠,١٤٦	١,٢٢٢	الرشيدية
لا شيء	٠,٣٨٨	٠,٣٨٨	الصنع والحملية
٥,٠٤١-	١,١٦٩	٦,٢١٠	المجموع

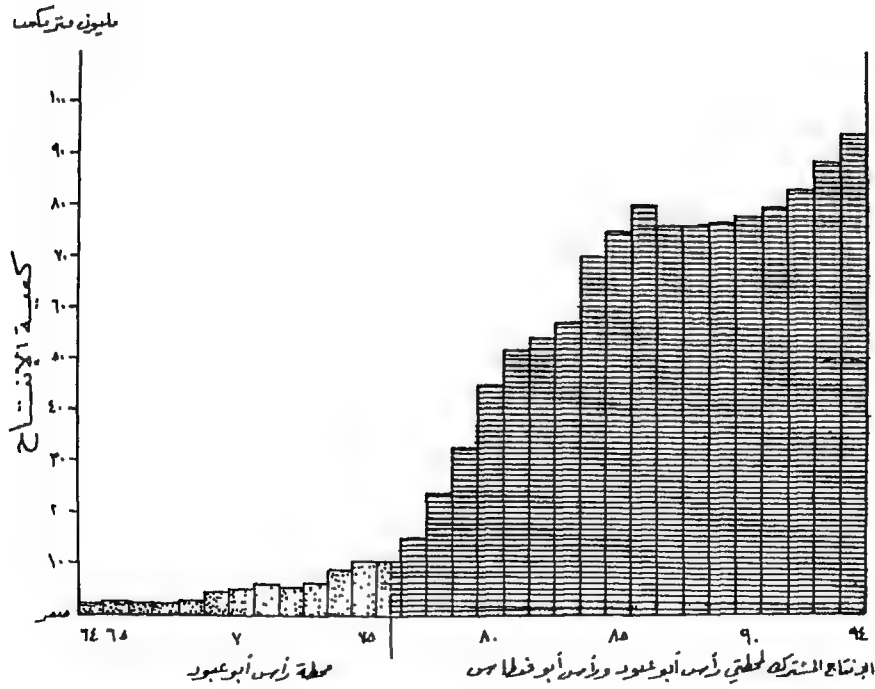
يتضح من الجدول أن نسبة التغير سلبا في استخراج المياه الجوفية بلغت (٨١,٢٪) خلال خمس سنوات فقط، وهي مؤشرات تؤكد على أهمية الترشيد والتقنين في استخراج واستهلاك المياه الجوفية بهدف المحافظة على مستوى عدسة المياه الجوفية العذبة التي باتت تعاني من احتمال اختلاط مياهها بطبقة المياه الجوفية المالحة التي تقع أسفل منها، أو نتيجة التسرب الجانبي لمياه البحر إذا انخفض مستواها دونه، ويبدو أن الزيادة التي حدثت في استخراج المياه الجوفية العذبة في عام ١٩٧٥ كانت محصلة لزيادة العائدات البترولية وما لازمها من تطور عمراني، الأمر الذي تطلب الاستعانة بأعداد كبيرة من العمالة الوافدة مما أدى إلى ازدياد الطلب على المياه العذبة.

ب/ ٤ المياه المقطرة: (Desalination (Desalinization)

كان سكان قطر حتى السنوات الأولى من الخمسينيات يعتمدون على المياه الجوفية العذبة المستخرجة من حقول الآبار لسد احتياجاتهم، وفي عام ١٩٥٣ جرى تشغيل محطة تقطير سعتها (٢٤٨٢٠٠) م^٣/السنة، أي بمعدل (٦٨٠) م^٣/اليوم، وفي عام ١٩٥٩ أضيفت وحدات جديدة ليصبح الإنتاج (٧١١٧٥٠) م^٣/السنة، أي بمعدل (١٩٥٠) م^٣/اليوم، وفي عامي ١٩٦٢/١٩٦٣ بدأ تشغيل المرحلة الأولى من محطة رأس أبو عبود للتقطير بسعة إنتاجية بلغت في عام ١٩٧٠ حوالي (٢,٤٨٢) مليون م^٣/السنة، أي بمعدل (٦٨٠٠) م^٣/اليوم، وفي عام ١٩٦٩ تم الاستغناء عن المحطتين اللتين أنشئتا في عام ١٩٥٣.

استمر الطلب ملحا على توفير الاحتياجات من المياه، وبدا ذلك جليا في النصف الثاني من السبعينيات، استجابة لطفرة التطور التي حدثت في قطر خاصة، وفي منطقة الخليج بصفة عامة، ففي عام ١٩٧٧ عمدت الدولة إلى زيادة إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو عبود ليصل إلى (١٨,٩٨) مليون م^٣/السنة، أي بمعدل (٥٢٠٠٠) م^٣/اليوم، كما أنها أقدمت في عامي ١٩٧٧/١٩٧٨ على إنشاء محطة جديدة في رأس أبو فنتاس بطاقة إنتاجية لمرحلتها الأولى بلغت (١٣,٢٨٦) مليون م^٣/السنة، أي في حدود (٣٦٤٠٠) م^٣/اليوم.

وفي عامي ١٩٧٩/ ١٩٨٠ بدأت المرحلة الثانية في محطة رأس أبو فنتاس، وهي عملية توسعة، ترتب عليها خفض استخراج المياه الجوفية العذبة من حقول الآبار بغرض الحفاظ عليها من التدهور والتلوث، وفي عامي ١٩٨٢/ ١٩٨٣ بدأ تشغيل المرحلة الثالثة لمحطة التقطير في رأس أبو فنتاس، فارتفع إنتاجها إلى (٢٦,٥٧٢) مليون م^٣/ السنة، أي حوالي (٧٢٨٠٠) م^٣/ اليوم، وفي ذات الوقت شرعت الدولة بمدّ شبكة من الأنابيب زودت من خلالها المنازل في منطقة الدوحة وضواحيها ومنطقة مسيعيد بالمياه لكي تصبح السيطرة على استهلاك المياه ممكنا خاصة خلال أشهر الصيف، وللوقوف على مدى تطور إنتاج المياه المقطرة نستعرض الأعمدة البيانية (شكل رقم ٦-١٧)، حيث يمكن أن نستخلص منها التالي:



شكل رقم (٦-١٧)
إنتاج المياه المقطرة من محطتي رأس أبو عبود ورأس أبو فنتاس
للفترة ١٩٦٤ - ١٩٩٤

١- اقتصر إنتاج المياه المقطرة بين عامي ١٩٦٣-١٩٧٦ على محطة رأس أبو عبود، فبلغ الإنتاج في نهاية هذه الفترة أكثر من (٤) أضعاف، فبعد أن كان (٤, ٢) مليون م^٣/السنة وصل إلى (٢٢, ١٠) مليون م^٣/السنة، وأن الإنتاج في الأعوام الخمسة الأولى كان متقارباً إلى حد كبير، حيث تراوح بين (٤, ٢-٩٣, ٢) مليون م^٣/السنة، وفي عام ١٩٦٩ زاد الإنتاج على عام ١٩٦٨ بنسبة (٦, ٥٣٪)، وبعد خمس سنوات، أي في عام ١٩٧٤ زاد الإنتاج على عام ١٩٧٣ بنسبة (٢, ٤٩٪).

٢- في عام ١٩٧٧ بدأ تشغيل محطة التقطير في رأس أبو فنتاس، حيث بلغ الإنتاج المشترك حوالي (٨, ١٤) مليون م^٣/السنة، أسهمت محطة رأس أبو عبود بنسبة (٦٨٪) من حجم الإنتاج، وهذا يعني أن الاعتماد ما زال قائماً على إنتاجية المحطة الأخيرة.

٣- يبدو أن معدلات الإنتاج من المياه المقطرة لم يكن منتظماً، وخاصة في محطة رأس أبو عبود، حيث نشاهد أن إنتاجها بدأ يتراجع منذ عام ١٩٧٩، وهي السنة التي بدأ فيها تشغيل المرحلة الثانية من محطة رأس أبو فنتاس، فبلغ إنتاجها (٤٦, ٨) مليون م^٣/السنة، أي بتراجع بلغت نسبته (٩, ١٥٪) عن عام ١٩٧٧ (سنة الأساس)، وفي عام ١٩٩١ حدث تراجع آخر في إنتاجها بلغت نسبته (٣, ٤٨٪).

٤- وبالمقابل تطور إنتاج المياه المقطرة من محطة رأس أبو فنتاس، حيث زاد إنتاجها في بداية التشغيل عام ١٩٧٧ من (٤, ٧٤) مليون م^٣/السنة إلى حوالي (٤, ٣٣) مليون م^٣/السنة في عام ١٩٨٠، وهذا يعني أن الإنتاج تزايد سريعاً بمعدل بلغ أكثر من (٧) أضعاف، وذلك لسد احتياجات السكان من ناحية، ولتغطية متطلبات التطور العمراني من ناحية ثانية، وفي الفترة ١٩٨٠/١٩٨٣ تزايد الإنتاج بطيئاً، حيث تراوح في معدله (٦, ٨٪)، ويعكس هذا بداية التقنين والحد من استخراج المياه الجوفية العذبة من الآبار للحفاظ عليها أولاً، وحمايتها من التملح ثانياً.

٥- وفي عام ١٩٨٤ زاد الإنتاج بشكل واضح، حيث بلغت هذه الزيادة في حدود (٧, ٢٢٪) عن عام ١٩٨٣، ثم عاد الإنتاج في عامي ١٩٨٥، ١٩٨٦ بطيئاً في زيادته، حيث تراوحت نسب الزيادة ما بين (٣, ٧٪)، (٧, ٦٪) على التوالي.

٦- ومن عام ١٩٨٧ انخفض الإنتاج المشترك من المياه المقطرة للمحطتين بنسبة (٤,٧٪) عن عام ١٩٨٦، واستمر كذلك في العام التالي، ثم عاد الإنتاج في عام ١٩٩١ كسابق عهده في عام ١٩٨٦، إلى أن بلغ في عام ١٩٩٤ في حدود (٩٣,٢٩) مليون م^٣/ السنة، كان نصيب محطة رأس أبو عبود (١٠,٥٪) فقط من جملة الإنتاج.

ج/ ٤ استهلاك الفرد من المياه العذبة (الطبيعية والمقطرة):

اعتمادا على تعدادي السكان في قطر لعامي (١٩٧٠، ١٩٨٦) تم حساب عدد السكان للفترة (١٩٧١-١٩٩٤) باستخدام طريقة المتوالية الهندسية، واعتبرنا أن سكان قطر يتزايدون سنويا بمعدل ثابت، وذلك حسب الصيغة التالية:

$$ك^2 = ك^1 (١ + ر)^ن$$

حيث: $ك^1$ = عدد السكان في التعداد الأول (١٩٧٠ / ٤ / ٢٤).

$ك^2$ = عدد السكان في التعداد الثاني (١٩٨٦ / ٣ / ١).

$ر$ = معدل النمو السنوي (القيمة المحسوبة ٧,٨٪).

$ن$ = طول الفترة بين تاريخي التعدادين (١٥,٨٣ سنة).

وبعد الحصول على معدل النمو السنوي (ر) باستخدام اللوغاريتمات وقوانينها، تمكنا من تقدير عدد السكان خلال الفترة المذكورة، مع ملاحظة أن عدد السكان تم تقديره اعتبارا من الفاتح من شهر مارس، وأن الأرقام التي حصلنا عليها تم تقريبها إلى أقرب صفرين أو ثلاثة أصفار؛ لأنها تقديرية وليست ناتجة عن عملية عد دقيق للسكان، ولعل الهدف من الحصول على أعداد السكان يكمن في حساب استهلاك الفرد من المياه العذبة (الطبيعية والمقطرة)، وبغض النظر عن بعض التجاوزات في أعداد السكان، إلا أنها قد تعطينا فكرة عن مدى استهلاك الفرد من المياه، كي يضع المشرع في حسابه - ضمن الخطط المستقبلية - احتياجات السكان من المياه ومدى كفايتها لهم، والجدول التالي يوضح ذلك:



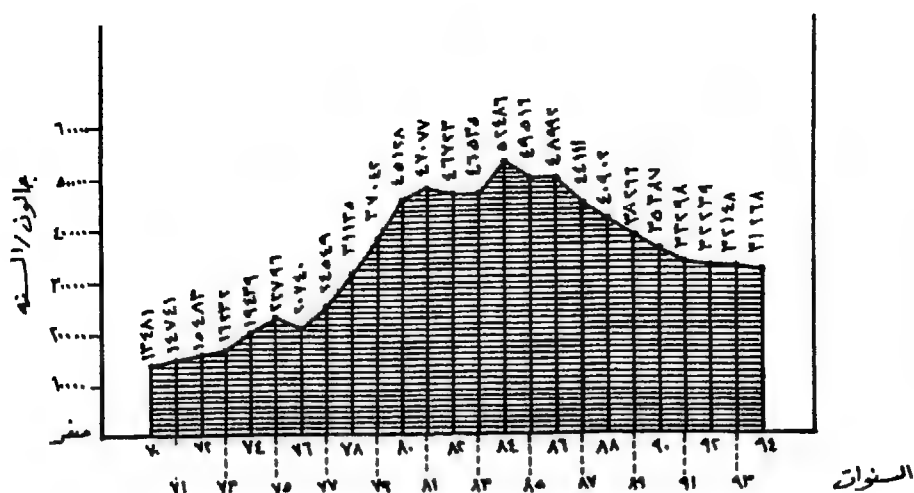
جدول رقم (٦-٢٥)

استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة) بالجالون للفترة من ١٩٧٠-١٩٩٤

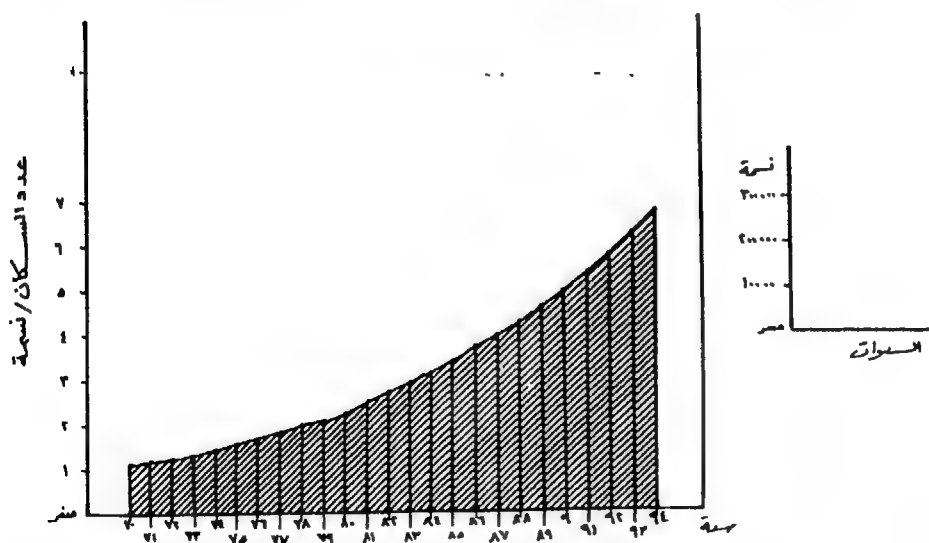
السنة	عدد السكان آلف نسمة	جملة الإنتاج مليون جالون	استهلاك الفرد جالون/ السنة	المعدل اليومي جالون	الزيادة أو النقصان %
١٩٧٠ (١)	١١١١٣٣	١٤٩٨,٢	١٣٤٨١	٣٦,٩	-
١٩٧١	١١٨٢٠٠	١٧٤٢,٤	١٤٧٤١	٤٠,٤	٩,٥+
١٩٧٢	١٢٧٦٠٠	١٩٧٥,٦	١٥٤٨٣	٤٢,٤	٥,٠+
١٩٧٣	١٣٧٧٠٠	٢٢٣٥,٢	١٦٢٣٢	٤٤,٥	٥,٠+
١٩٧٤	١٤٨٦٠٠	٢٨٨٨,٦	١٩٤٣٩	٥٣,٣	١٩,٨+
١٩٧٥	١٦٠٣٠٠	٣٦٥٤,٢	٢٢٧٩٦	٦٢,٥	١٧,٣+
١٩٧٦	١٧٢٨٠٠	٣٥٨٣,٨	٢٠٧٤٠	٥٦,٨	٩,٢-
١٩٧٧	١٨٦٤٠٠	٤٥٧٦,٠	٢٤٥٤٩	٦٧,٣	١٨,٥+
١٩٧٨	٢٠١١٠٠	٦٢٦١,٢	٣١١٣٥	٨٥,٣	٢٦,٨+
١٩٧٩	٢١٦٩٠٠	٨٠٣٤,٤	٣٧٠٤٢	١٠١,٥	١٩,٠+
١٩٨٠	٢٣٤١٠٠	١٠٥٦٤,٤	٤٥١٢٨	١٢٣,٦	٢١,٨+
١٩٨١	٢٥٢٤٠٠	١١٨٨٢,٢	٤٧٠٧٧	١٢٩,٠	٤,٤+
١٩٨٢	٢٧٢٣٠٠	١٢٧٢٢,٦	٤٦٧٢٣	١٢٨,٠	٠,٨-
١٩٨٣	٢٩٣٣٠٠	١٣٦٤٨,٨	٤٦٥٣٥	١٢٧,٥	٠,٤-
١٩٨٤	٣١٦٨٠٠	١٦٦٢٧,٦	٥٢٤٨٦	١٤٣,٨	١٢,٨+
١٩٨٥	٣٤١٨٠٠	١٦٩٢٤,٦	٤٩٥١٦	١٣٥,٧	٥,٦-
١٩٨٦ (٢)	٣٦٩٠٧٩	١٨٠٨١,٨	٤٨٩٩٢	١٣٤,٢	١,١-
١٩٨٧	٣٩٧٧٠٠	١٧٥٤٢,٨	٤٤١١١	١٢٠,٩	٩,٩-
١٩٨٨	٤٢٨٩٠٠	١٧٥٤٢,٨	٤٠٩٠٢	١١٢,١	٧,٤-
١٩٨٩	٤٦٢٧٠٠	١٧٧٠٥,٦	٣٨٢٦٦	١٠٤,٨	٦,٥-
١٩٩٠	٤٩٩١٠٠	١٧٦٦١,٦	٣٥٣٨٧	٩٧,٠	٧,٤-
١٩٩١	٥٣٨٤٠٠	١٧٩٢٧,٨	٣٣٢٩٨	٩١,٢	٦,٠-
١٩٩٢	٥٨٠٨٠٠	١٨٧٢٤,٢	٣٢٢٣٩	٨٨,٣	٣,٢-
١٩٩٣	٦٢٦٥٠٠	٢٠١٤١,٠	٣٢١٤٨	٨٨,١	٠,٢-
١٩٩٤	٦٧٣٧٠٠	٢١٠٦٥,٠	٣١٢٦٨	٨٥,٧	٢,٧-

من (الجدول رقم ٦-٢٥) و(الشكلين رقمي ٦-١٨، ٦-١٩) نستخلص التالي:

- ١- يبدو أن عدد السكان تزايد خلال (٢٥) عام في حدود (٥٦٢٥٦٧) نسمة، أي حوالي (٢,٦ ٪)، فالزيادة السنوية - بغض النظر عن ثباتها - شهدت طفرات واضحة، خاصة في النصف الثاني من عقد السبعينيات، ونعني بالزيادة هنا الطبيعية والعمالة الوافدة، ويعزى ذلك إلى تزايد في أسعار النفط ومن ثم التطور الذي شمل مختلف الجوانب، وخاصة العمرانية منها.



شكل رقم (٦-١٨) استهلاك الفرد من المياه العذبة (طبيعية ومقطرة) بالون/السنة خلال الفترة (١٩٩٤ - ١٩٧٠)



شكل رقم (٦-١٩) تطور عدد السكان في قطر خلال الفترة (١٩٩٤ - ١٩٧٠)

٢- يشير الجدول إلى أن نسبة الزيادة في استهلاك المياه بلغت (٤,٤ ٪ - ٢٦,٨ ٪)، وقد تركزت باستثناء عام ١٩٧٦ في الفترة بين (١٩٧١-١٩٨١)، وقد تناقص استهلاك الفرد للمياه بين (١٩٨٥-١٩٩٤)، حيث تراوحت نسبته بين (٠,٢ ٪ و ٩,٩ ٪)، والسبب في ذلك ترشيد الاستهلاك.

٣- يشير الجدول إلى ملاحظتين هامتين، الأولى: تناقص نسبة استهلاك الفرد من المياه العذبة في عام ١٩٧٦ بحوالي (٩,١ ٪)، رغم أنها تتوسط الفترة التي شهدت تزايداً في الاستهلاك، هذا التناقص يلوح لي بأنه عائد إلى التطور العمراني وما يتطلبه من أعداد كبيرة من العمالة الوافدة إلى قطر، مما نشأ عنه ازدياد الحاجة إلى المياه العذبة، أضف إلى هذا، تناقص الإنتاج بنسبة (١,٩ ٪) عن عام ١٩٧٥، ويبدو أن سبب التناقص في عام (١٩٧٦) حسب تصورنا يعزى إلى زيادة تحكم الجهات المعنية بتوزيع المياه إثر إجراءات التوسع في شبكة الأنابيب وإنشاءات التخزين وأن الكمية المنتجة من المياه إثر تناقصها مع تزايد أعداد السكان لو تم تقسيمها فمن المنطقي أن يتناقص نصيب الفرد بالتالي. الثانية: تزايد نسبة استهلاك الفرد من المياه العذبة في عام ١٩٨٤ التي تقع ضمن فترة تناقص الاستهلاك الممتدة من (١٩٨٢-١٩٩٤)، وقد تزامنت زيادة الاستهلاك مع تزايد جملة الانتاج التي قدّرت نسبتها بحوالي (٢١,٨ ٪)، هذه الزيادة يبدو أنها محصلة للمرحلة الثالثة التي بدأ عملها في محطة رأس أبو فنتاس في الفترة (١٩٨٢/١٩٨١).

٤- يوحى لنا الجدول أن الزيادة في حجم إنتاج واستخراج المياه المستخدمة للأغراض المنزلية تفوق الزيادة في عدد السكان، فبينما تضاعفت كمية المياه المنتجة خلال الفترة (١٩٧٠-١٩٩٤) إلى (١,١٤) ضعفاً، نجد أن عدد السكان تزايد خلال نفس الفترة في حدود (٥) أضعاف، وقد نعزو هذا الوضع إلى عدة أسباب منها:

(أ) وجود حاجة غير مشبعة إلى المياه في عقد السبعينيات.

(ب) ارتفاع مستوى المعيشة واختلاف نمط الحياة وخاصة في نهاية عقد السبعينيات وبداية الثمانينيات.

(ج) توصيل المياه إلى المنازل عن طريق شبكة الأنابيب والتوسعات التي صاحبته، وإنشاءات التخزين التي تمت في المدن الكبرى كالدوحة.

(د) التطور الصناعي في قطر وما تحتاجه من كميات كبيرة من المياه وخاصة في نهاية عقد السبعينيات وما بعده.

٥- يتضح أن معدل استهلاك الفرد من المياه بلغ في عام (١٩٧٠) حوالي (٣٦,٩) جالونا/ اليوم، وهي كمية لا شك كبيرة قياسا باستهلاك الفرد في دولة الكويت مثلا، حيث بلغ نصيب الفرد في الكويت في نفس العام (٢٦,٨) جالونا/ اليوم (محمد الفراء، ١٩٧٧، ص ٢٨٧)، أي أن الفرد يستهلك في قطر (١,٤) جالون/ اليوم مقابل جالون واحد/ اليوم للفرد في الكويت، بمعنى آخر، فإن نسبة ما يستهلكه الفرد في قطر تزيد بحوالي (٣٧,٧٪) على نصيبه في الكويت، ولعل هذا التفوق ينسحب على معظم دول الخليج العربية، وقد أخذت كمية استهلاك الفرد من المياه في التزايد حتى بلغت (٢,٣) ضعفا في عام ١٩٩٤ تقريبا، وقد بلغت أقصاها (٣,٩) ضعفا في عام (١٩٨٤)، ومع ذلك فإن معدلاتها في قطر أقل منها في بغداد الذي يستهلك الفرد فيها (٩٥,٤) جالونا/ اليوم، وفي أوربا (٦٠) جالونا/ اليوم، وفي الولايات المتحدة (١٤٠) جالونا/ اليوم.

٦- يلاحظ أن معدلات استهلاك الفرد من المياه يتزايد في بعض السنوات بشكل مفاجئ، كما حدث في الأعوام (١٩٧٤، ١٩٧٨، ١٩٨٤) ولهذه الزيادة علاقة بافتتاح المرحلة الثالثة من محطة رأس أبو عبيد، والمرحلة الأولى من محطة رأس أبو فنتاس، فقد بلغت الزيادة ما بين (١٩,٨٪، ٢٦,٨٪، ١٢,٨٪) على التوالي.

٧- يتبين أن خط المنحنى الموضح لاستهلاك الفرد (شكل رقم ٦-١٨) بلغ أوج قمته عام ١٩٨٤، ويبدو أن الحالة الهرمية التي لم تتكرر من استهلاك الفرد واكبت إتمام المرحلة الثالثة من محطة رأس أبو فنتاس، والتوسعات التي تمت لشبكة الانابيب، وإنشاءات التخزين التي صاحبها آنذاك.

٥- استخدامات مياه الآبار للأغراض الزراعية:

تنبجس المياه الجوفية تلقائيا على السطح بواسطة الينابيع، ولكنها تخرج بجهد بشري عن طريق حفر الآبار، فالأغراض التي حفرت هذه الآبار من أجلها تتعدد، والأهداف تتنوع، فهناك آبار اختبارية للمتابعة والمراقبة، ويتم بواسطتها



التعرف على منسوب المياه الجوفية ونوعيتها وإنتاجيتها، وهناك آبار تستخدم مياهها للشرب والأغراض المنزلية كما أوضحنا سابقاً، وآبار أخرى تستخدم مياهها للري وأغراض الزراعة والتي نحن بصدد معالجتها تالياً.

١/ ٥ توزيع الآبار المستخدمة على مناطق قطر:

لم يتم تحديد عدد الآبار التي تستخدم مياهها للأغراض الزراعية حتى هذا التاريخ، وإذا تم ذلك فإنها أرقام تقديرية ومجملة لجميع المزارع المنتشرة في منخفضات قطر، وقد حاولنا من خلال معطيات أساسية توافرت لدينا على مدى فترة (٢٢) موسماً، أي من (٧١/٧٢-٩٢/٩٣) أن نحدد عدد الآبار وتوزيعها على مناطق قطر الرئيسة، وتتمثل هذه المعطيات في التالي:

- ١- حجم المستخرج من المياه الجوفية في كل موسم للأغراض الزراعية.
- ٢- عدد الأيام التي يتم خلالها ضخ المياه لري المزروعات وقد قسمت بين فترة شتوية وعدد أيامها (١٤٩) يوماً/ السنة، وفترة صيفية وعدد أيامها (١٦٠) يوماً/ السنة.
- ٣- متوسط عدد ساعات الضخ في الفترة الشتوية (٨,٤) ساعة/ اليوم، ومتوسط عدد ساعات الضخ في الفترة الصيفية (٩,٧) ساعة/ اليوم. وهذه القيم مستوحاة من دراسة (إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ١٢/٤).
- ٤- متوسط تصرف البئر في الساعة (٢٨,٢٩) م^٣، وهذه القيمة مصدرها (المهندس أحمد عبد الملك رئيس قسم المياه الجوفية بإدارة البحوث الزراعية والمائية التابعة لوزارة الشؤون البلدية والزراعة). وبناء عليه يمكن تحديد عدد الآبار في كل منطقة ن جدولها كالتالي:

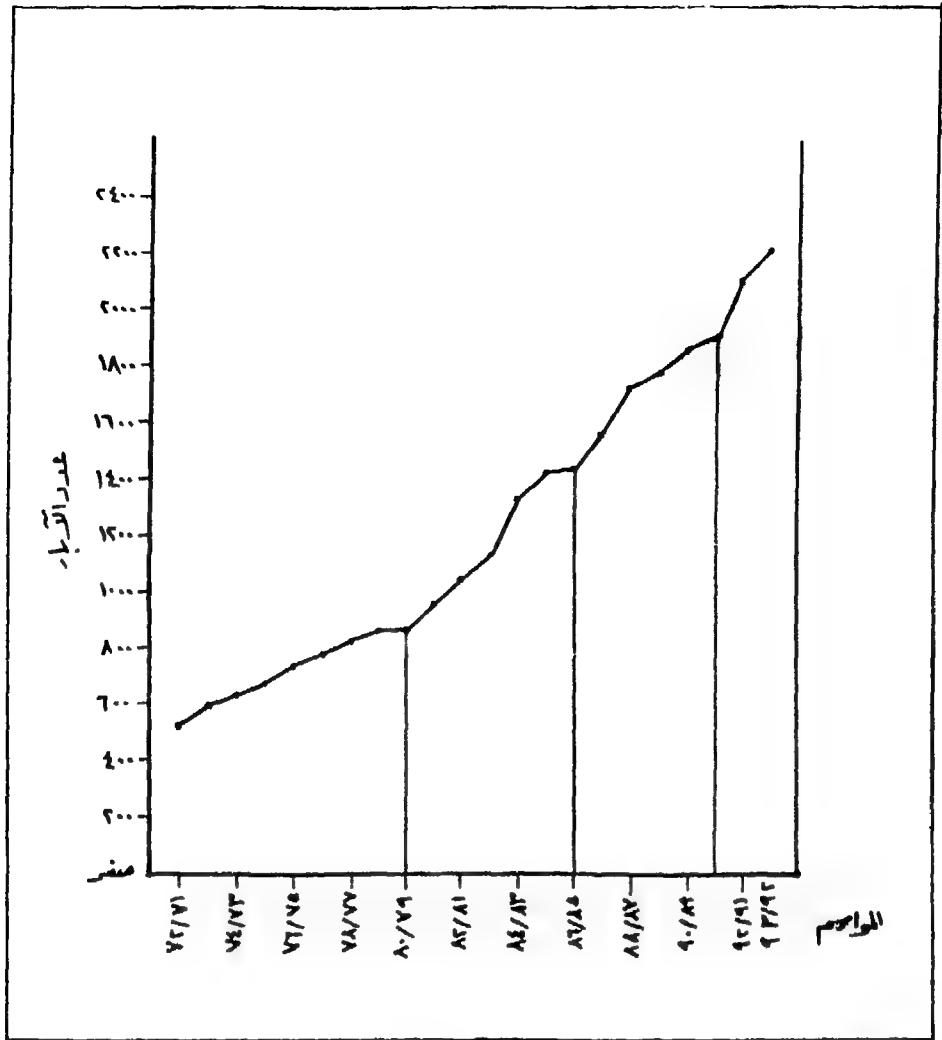
جدول رقم (٦-٢٦)

توزيع عدد الآبار على مناطق قطر الرئيسة

المنطقة المواسم	الشمال	الغويرية	الخور	أم صلال	الجميلية	الريان	الدوحة	الوكرة	جريان البطنة
٧٢/٧١	٨٧	٥٠	١١٥	٦٠	٤٠	٩٨	٢٠	١٥	٣٤
٧٣/٧٢	٩٨	٥٧	١٢٩	٦٧	٤٥	١١٠	٢٣	١٧	٣٧
٧٤/٧٣	١٠٤	٦٠	١٣٩	٧٣	٤٨	١١٨	٢٤	١٩	٤٠
٧٥/٧٤	١١٢	٦٤	١٤٩	٧٨	٥١	١٢٧	٢٦	١٩	٤٣
٧٦/٧٥	١٢١	٧٠	١٦٠	٨٤	٥٦	١٣٧	٢٩	٢١	٤٦
٧٧/٧٦	١٢٨	٧٧	١٧٠	٨٩	٥٩	١٤٥	٣١	٢٢	٥٠
٧٨/٧٧	١٣٦	٧٨	١٨١	٩٤	٦٢	١٥٣	٣٢	٢٤	٥٣
٧٩/٧٨	١٤٢	٨٣	١٨٨	٩٩	٦٥	١٦١	٣٣	٢٥	٥٤
٨٠/٧٩	١٤٣	٨٢	١٩١	١٠٠	٦٦	١٦٢	٣٤	٢٥	٥٥
٨١/٨٠	١٥٨	٩١	٢٠٩	١٠٩	٧٣	١٧٨	٣٧	٢٨	٦٠
٨٢/٨١	١٧٣	١٠٠	٢٣٠	١٢٠	٨٠	١٩٦	٤١	٣٠	٦٦
٨٣/٨٢	١٨٥	١٠٧	٢٤٦	١٣٠	٨٦	٢٠٩	٤٤	٣٢	٧١
٨٤/٨٣	٢٢٠	١٢٧	٢٩٢	١٥٣	١٠١	٢٤٩	٥٢	٣٨	٨٤
٨٥/٨٤	٢٣٥	١٣٦	٣١٢	١٦٤	١٠٨	٢٦٦	٥٦	٤١	٩٠
٨٦/٨٥	٢٤٠	١٣٨	٣١٨	١٦٦	١١٢	٢٧١	٥٦	٤١	٩٢
٨٧/٨٦	٢٥٩	١٥٠	٣٣٤	١٨٠	١٢٠	٢٩٣	٦١	٤٥	١٠٠
٨٨/٨٧	٢٨٥	١٦٥	٣٧٨	١٩٨	١٣١	٣٢٢	٦٦	٤٩	١٠٩
٨٩/٨٨	٢٩٥	١٧٠	٣٩٢	٢٠٤	١٣٦	٣٣٣	٦٩	٥١	١١٢
٩٠/٨٩	٣٠٩	١٧٨	٤١٠	٢١٤	١٤٢	٣٤٨	٧٣	٥٣	١١٨
٩١/٩٠	٣١٦	١٨٣	٤٢٢	٢٢١	١٤٦	٣٥٨	٧٥	٥٥	١٢١
٩٢/٩١	٣٥١	٢٠٤	٤٦٧	٢٤٤	١٦١	٣٩٦	٨٣	٦١	١٣٤
٩٣/٩٢	٣٦٩	٢١٣	٤٩٠	٢٥٦	١٧١	٤١٧	٨٧	٦٤	١٤١

من (الجدول رقم ٦-٢٦) و (الشكل رقم ٦-٢٠) نستنتج التالي:

- ١- حدوث تزايد مطرد في عدد الآبار على طول السلسلة الزمنية بغض النظر عن ماهية هذا التزايد ومدى تباينه من منطقة إلى أخرى.



شكل رقم (٦-٢٠)
تطور أعداد آبار المياه الجوفية المستعمدة للأغراض الزراعية
خلال المواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢)

٢- نلاحظ من الرسم وجود ثلاثة مواسم - رغم اتجاه المنحنى صعوداً - يبدو من خلالها أن التزايد في عدد الآبار بطيئاً، ويتمثل هذا الوضع في المواسم (٨٠/٧٩، ٨٦/٨٥، ٩١/٩٠)، وأن الزيادة تراوحت مقارنة بالموسم السابق له مباشرة بين (٩٤، ٠، ٩٥، ٨٥، ١، ٨٢، ٢، ٠) على التوالي.

٣- يبدو من (الشكل رقم ٦-٢٠) أن المواسم (٨٢/٨١، ٨٧/٨٦، ٩٢/٩١) شهدت تطوراً ملحوظاً في أعداد الآبار، حيث بلغت الزيادة حسب ترتيب

المواسم المعنية (٢, ٧٪، ٢, ٨٪، ٨, ١٠٪). وربما يكون هذا التطور مصاحبا لزيادة أفقية (مساحة الأراضي المزروعة) أو رأسية (الإنتاج)، أو أن معظم الزراعات ما زالت تعتمد أسلوب الري الحوضي، مما يتطلب كميات كبيرة من المياه، الأمر الذي دفع أصحاب المزارع إلى حفر آبار إضافية لتفي بالغرض، وتوفر الكمية المطلوبة.

٤- فيما عدا ما سبق يتضح أن نسب تزايد عدد الآبار على مدى السلسلة الزمنية يمكن تقسيمه إلى فئتين على أساس أن الحد الفاصل بين الفئتين (١٠٪)، الفئة الأولى: تتراوح نسب تزايد عدد الآبار فيها على طول موسم السلسلة الزمنية بين (٥, ٣٪ و ٩, ٩٪)، وتمثل هذه الزيادة ما نسبته (٦, ٥٤٪) من مواسم السلسلة البالغة (٢٢) فترة، الفئة الثانية: وتتراوح نسب الزيادة بين (٨, ١٢٪ و ٦, ١٨٪ و ٨, ١٠٪)، وتمثل المواسم (٧٢/٧٣، ٨٣/٨٤، ٩٢/٩١) على التوالي، ويبدو أن هذه الزيادة في عدد الآبار تزامنت مع تزايد مساحة الرقعة الزراعية.

٥- تغطي منطقتا الحشور والريان بنسبة (٤١٪) من مجموع عدد الآبار، وهي نسبة تكاد تكون ثابتة على طول السلسلة الزمنية، فقد ترجع إلى تركيز واضح للمزارع النشطة حيث بلغت نسبتها حتى عام ١٩٩٢ حوالي (٦, ٢٠٪، ٧٥, ١٦٪) على التوالي، إضافة إلى أن هاتين المنطقتين تضمنان على ما يبدو الجزء الأكبر من عدسة المياه الجوفية العذبة.

٦- من الواضح أن منطقتي الدوحة والوكرة أقل المناطق آبارا، إذ تشتملان على نسبة (٨, ٦٪) فقط، وهي نسبة توحى إلى محدودية المزارع من جهة لعدم صلاحية التربة، وإلى عدم إمكانية الاعتماد على مياه الآبار فيهما لقربهما من البحر وزيادة نسب المواد الصلبة الذائبة فيها.

ب/ ٥ آبار المتابعة والمراقبة:

ذكرنا أن للآبار أغراضا متعددة ومتنوعة من بينها مراقبة مناسيب المياه الجوفية Levels وعمليات السريان Transmissiblity (التسرب الجانبي والرأسي) ومعاملات التخزين Storage Coefficients والنفذية Permeability والتصرف Discharge، ولهذا نحاول إبراز هذا الجانب لنرى إلى أي مدى يولي المسؤولون في دولة قطر

أهمية خاصة للمياه الجوفية من جانب، وإلى أي مدى يعي أفراد المجتمع هذه الأهمية كي يسعوا من جانبهم للحفاظ على هذا المورد والتقنين في استخدامه لكون مصادره لا تزور البلاد إلا غبا من جانب آخر، وأنواعها كالتالي:

١- آبار المراقبة: Observation Wells

وعدها (١٠٤) آبار موزعة على النحو التالي: (خريطة رقم ٦-٢١)

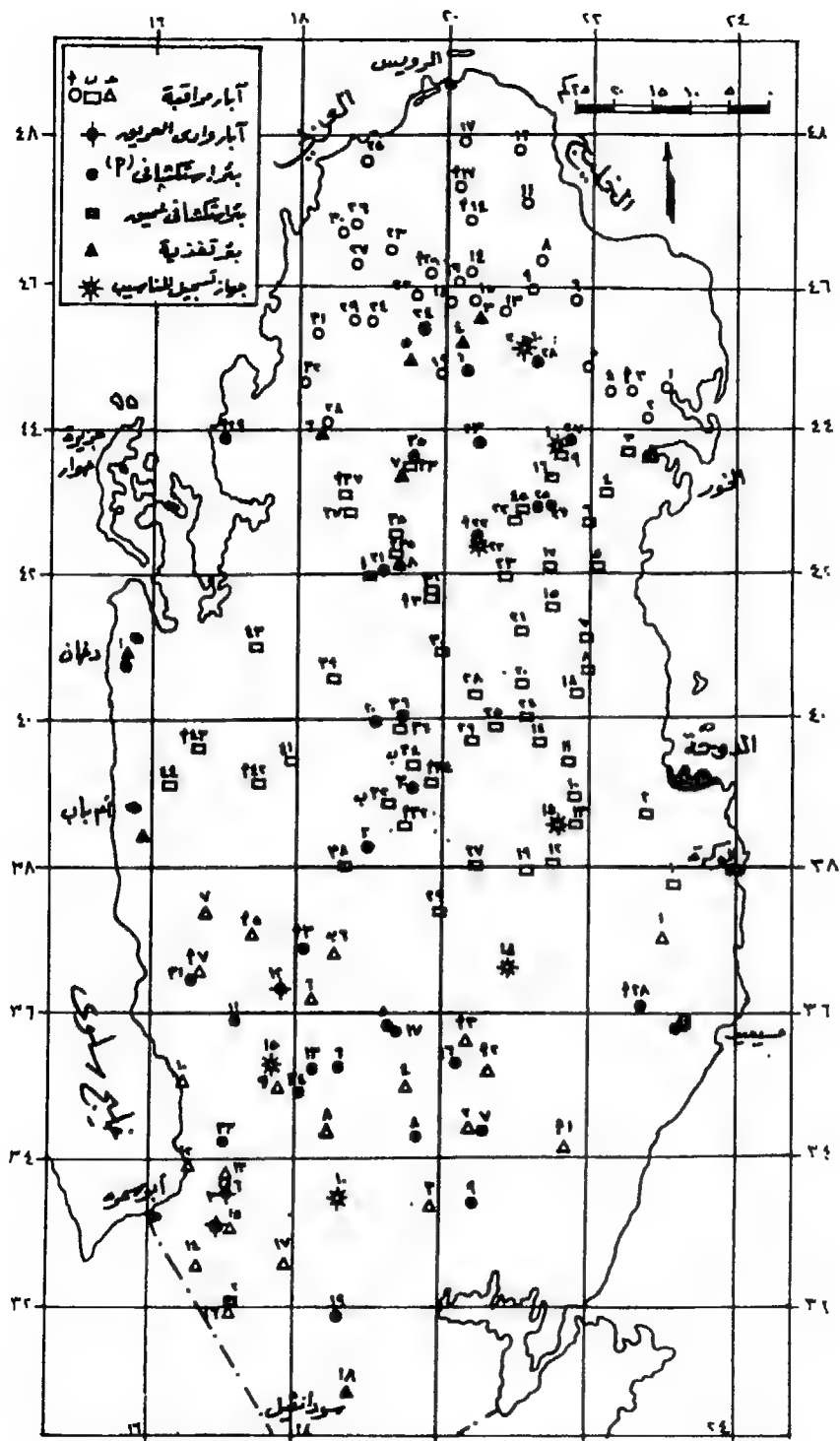
* (٣٢) بئرا يرمز لها بدائرة مفرغة (○)، حفرت في المنطقة الشمالية، ولا يتعدى امتدادها نحو الجنوب خط عرض مدينة الخور، وتغطي هذه الآبار منطقة تميزها السحنات الكربونية، وبقية من السحنة الكبريتية الواقعة إلى الغرب من الذخيرة، وتشير شركة رموجل Amojil في عام ١٩٦٣ أن آبارا ثلاثة تعمقت لمسافة تتراوح ما بين (٢٧٠ و ٣٧٠) م في تكوينات كل من الرس و «أم الراضومة»، وأفصحت عن خصائصهما الليثولوجية سبق أن أوضحناها في فصل الجيولوجيا (التابع الطبقي).

* (٥٠) بئرا تم حفرها في وسط قطر ويرمز لها بمسقط (□)، وتتشرف في المنطقة الواقعة بين خطي عرض الخور في الشمال والوكرة في الجنوب، وتغطي القطاع الجنوبي من السحنة الكربونية الإرسابية، والجزء الأعظم من بقايا السحنة الكبريتية، وخاصة طبقة الصوان Chert Horizon التي تحتل النصف الشرقي من شبه الجزيرة وتمتد من منطقة فويرط حتى الوكرة، والقطاع الشمالي من السحنة الكبريتية الإرسابية.

* (٢٢) بئرا حفرت في جنوب وجنوب غرب قطر ويرمز لها بمثلث (Δ)، كان أهمها البئر الذي حفرت في منطقة قرن أبو وائل واخترقت (٣٠٠) م من تكوينات أم الراضومة، وأشارت نتائج الحفر بأن أهمية تكوينات أم الراضومة ذات الصلة بجيولوجية المياه في هذه المنطقة تكمن في الطبقات التي تقع على عمق يتراوح ما بين (٢٠ و ١٠٠) م.

٢- الآبار الاستكشافية: Exploratory Wells

يبدو أن نحو (٦٠٠) بئرا استكشافية تم حفرها في تنابعات منطقة دخان، منها (١٥٠) بئرا لاستكشاف الزيت والغاز، وحوالي (٤٥٠) بئرا حفرت



المصدر: إدارة البحوث الزراعية والمائية (٦١-٦) شكل رقم

خريطة توزيع آبار المتابعة والمراقبة في شبه جزيرة قطر

لأعماق ضحلة بهدف الحصول على أكبر قدر مما تتطلبه المياه لحفر الآبار العميقة، وبغرض حقن آبار الزيت، وقد أشار (إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ٦/٣) أن أكثر من (٣٠٠٠) بئراً حفرت في قطر الهدف منها إمكانية الحصول على معلومات ليتم على أساسها البحث في كيفية تطوير المياه الجوفية المستخدمة للأغراض الزراعية، إلا أن البيانات الجيولوجية المستقاة من هذه الآبار غير ممكنة، لذا تم حفر آبار استكشافية أخرى يرمز لها بالدائرة () بلغ عددها (٣١) بئراً، يبدو أنها على ضوء المعلومات السابقة تم اختيار مواقعها بعناية فائقة، فهي في توزيعها تمتد من خط عرض مزرعة الحكومة في الشمال حتى خط عرض خور العديد جنوباً، حيث تغطي (٤) آبار منها منطقة السحنة الكربونية في وسط الشمال، و (٨) آبار تتوزع في منطقة السحنة الكبريتية المتبقية في الوسط والشمال الشرقي، و (١٤) بئراً تنتشر في منطقة السحنة الكبريتية في الجنوب، وتغطي منطقة دخان ذات السحنة الكربونية وخاصة امتدادها الجنوبي بحوالي (٥) آبار.

ومن الجدير بالملاحظة أن جميع الآبار حفرت لتنفذ على الأقل إلى (١٠) أمتار في تكوين أم الراضومة، ورغم ذلك فهناك آبار استكشافية لا تتبع هذه القاعدة بل تميزت في أعماقها، والجدول التالي يوضح أمثلة لهذه الآبار:

جدول رقم (٦-٢٧)

خصائص التعاقب الجيولوجي بمعيار بعض الآبار وأعماقها

البئر	القطاع	المنطقة	أعماق الآبار في التكوينات			
			الكلبي	الرس	الدمام	أم الراضومة
P22A	-	كبريتات متقية	١٥٠.٩	٤٣	٢	٨٧
P22A	جنوبي - شمالي	كبريتات متقية	١٢٠	٥٥	٥٥	-
P23	جنوبي - شمالي	كربونات إرسائية	١٠٠	٨	٥٢	-
P23	غربي - شرقي	كربونات إرسائية	١٠٠	٤.٦	٣٢	-
P27	غربي - شرقي	كبريتات متقية	١٣٥.٦	٤٩.٥	٣.٧٥	٨١.٧٥
P29	-	كبريتات إرسائية	٢٢٩.٨	١٠.٤	٣	٥٦
P29	غربي شرقي	كبريتات إرسائية	١٦٧	١٠.١	٣٢	٣٤
P33	-	العريق / كبريتات إرسائية	١٩٢	١١٥.٩	٢٧.٧	٥
P35	عربي شرقي	كربونات إرسائية	١٤.٢	٩٨	٣٢	-

المصدر. تجميع الباحث عن: ١- إكلستون وآخرون، ١٩٨١.

٢- إبراهيم حرحش وعد الرحمن يوسف، فبراير ١٩٨٥.

من الجدول السابق نستخلص بعض الخصائص التالية:

١- يبدو أن لهذه الآبار أهمية خاصة لكون القطاع الجيولوجي الجنوبي - الشمالي والقطاع الجيولوجي الغربي - الشرقي يمر بها (الشكل ٢-١٨، ب).

٢- تنتشر هذه الآبار الستة لتغطي السحنات الإرسابية من الكربونات والكبريتات، كما تشمل السحنات الكبريتية المتبقية Residual.

٣- يلاحظ أن عمقها لا يقل عن (١٠٠) م، وهي جميعاً تخترق تكوينات الدمام والرس بأعماق متفاوتة نسبياً.

٤- يشير الجدول و(الشكل رقم ٢-١٨، ب) إلى أن الآبار الاستكشافية لم تخترق السمك الإجمالي لتكوينات أم الراضومة، باستثناء (٣) آبار حفرت بمعرفة شركة (أموجيل ١٩٦٣)، منها رقم AM1A الذي يقع في أقصى شمال قطر عند ذروة التحدب في القوس القطري Anticlinal Pitch، ونفذ في تكوينات أم الراضومة إلى عمق (٣٥٨) م، وفي تكوينات العرمة إلى حوالي (٦٣, ٥) م، وآخر برقم AM3A ويقع في منطقة قرن أبو وائل جنوب غرب قطر، وجنوب شرق أبوسمرة مباشرة، وتناظره البئر رقم C14 ورمزه مثلث مفرغ، فقد اخترق أكثر من (٣٠٠) م من تكوينات أم الراضومة.

٥- يتبين أن البئر رقم p33 والواقع في منطقة وادي العريق إلى الشمال الشرقي من أبو سمرة في جنوب غرب قطر، لا يخترق سوى (٥) أمتار من تكوينات «أم الراضومة» وذلك بسبب سماكة تكوينات الرس في تلك المنطقة.

٦- تكشف هذه الآبار عن بعض خصائص جيولوجية المياه:

(أ) فالمياه الجوفية في تكوين أم الراضومة تقبع في الطبقات التي يتراوح عمقها بين (٢٠ و ١٠٠) م.

(ب) كشفت إحدى الآبار التي حفرت في منخفض بيض القاع أن المياه الجوفية توجد على عمق (١٠) أمتار في تكوين الدمام.

(ج) أوضحت نتائج حفر البئرين الاستكشافيين P32, P33 في وادي العريق (شكل ٦-١٤) أن الطبقة الحاملة للمياه تتمثل في حجر جير أبروق بسمك (١٠) م، بينما يبلغ سمك الطبقة الحاملة للمياه في بئر زكريت (٢) م، ويعزى ذلك لسبين الأول: يتمثل في عدم إرساب حجر جير

أبروق، والثاني: يكمن في نشاط عمليات النحت التي سبقت عملية إرساب تكوين الدام.

(د) أكدت الدراسة التي أجريت على الآبار P34, P13, P15, P31 الواقعة في النصف الجنوبي من حلبة دخان وضمن السحنة الكربونية أن طبيعة الطبقة الخازنة للمياه الجوفية في تكوين أم الراضومة تخلو من الجبس، وأن هذا الاختفاء كما أشار إكلستون لا يثير مشكلة، ولعل البئر رقم P29 الواقع في الشمال الغربي إلى الجنوب من أم حيش، يؤكد على وجود الجبس في كل من تكوين الرس وأم الراضومة، وأنه لا توجد تغيرات رئيسة في نوعية المياه الجوفية، وبالتالي لا تظهر تغيرات في ظروف الدورة والتي تنبئ بعدم وجود تطور في كتلة المياه العذبة في تلك المنطقة (إكلستون وآخرون، ص ٢٥/٧).

(هـ) يوضح البئر رقم P22a الذي اخترق الطبقات الصخرية حتى قاعدة المياه العذبة إلى الشرق من البصرة أن المقاومة Resistivity ما دون عمق (١١٥) م تتناقص رغم بقاء القيم مرتفعة، وبوجود أحزمة من الطين الجيري والطين الصفحي مع الدولومايت والحجر الجيري الدولومايتي، وبعدم ظهور طبقات الصوان في تكوين أم الراضومة.

٣- آبار استكشافية عميقة: Deep Exploratory Wells

وتنحصر في بثرين، الأول ويرمز له بمستطيل أسود (■) يقع في منطقة السحنة الكبريتية المتبقية إلى الجنوب الشرقي من الجميلية وعلى الجانب الغربي للطريق الواصل بينهما وبين العظورية ويتفق مع الإحداثي (٤٢). والثاني يرمز له كذلك بالمستطيل الأسود (■) ويقع في أقصى الجنوب الغربي متفقا مع خط عرض خور العديد والإحداثي (٣٢)، وعلى بعد (٦,٥) كم جنوب شرق البئر رقم AM3A في قرن أبو وائل.

٤- آبار تغذية: Recharge Wells

وعدها (٨) آبار، ويرمز لها اختصارا R.W. ويمثلت أسود (▲)، وتتركز في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر وضمن مناطق السحتين الكربونية

والكبريتية المتبقية، إذ حفرت في الأولى (٥) آبار تتوزع بين وسط المنطقة وجنوبها وتحمل الأرقام: W.R.7, R.W.4, R.W.3, R.W.2, R.W.5 أما آبار التغذية أرقام R.W.8, R.W.6, R.W.1، فتحتضنها سحنة الكبريتات المتبقية.

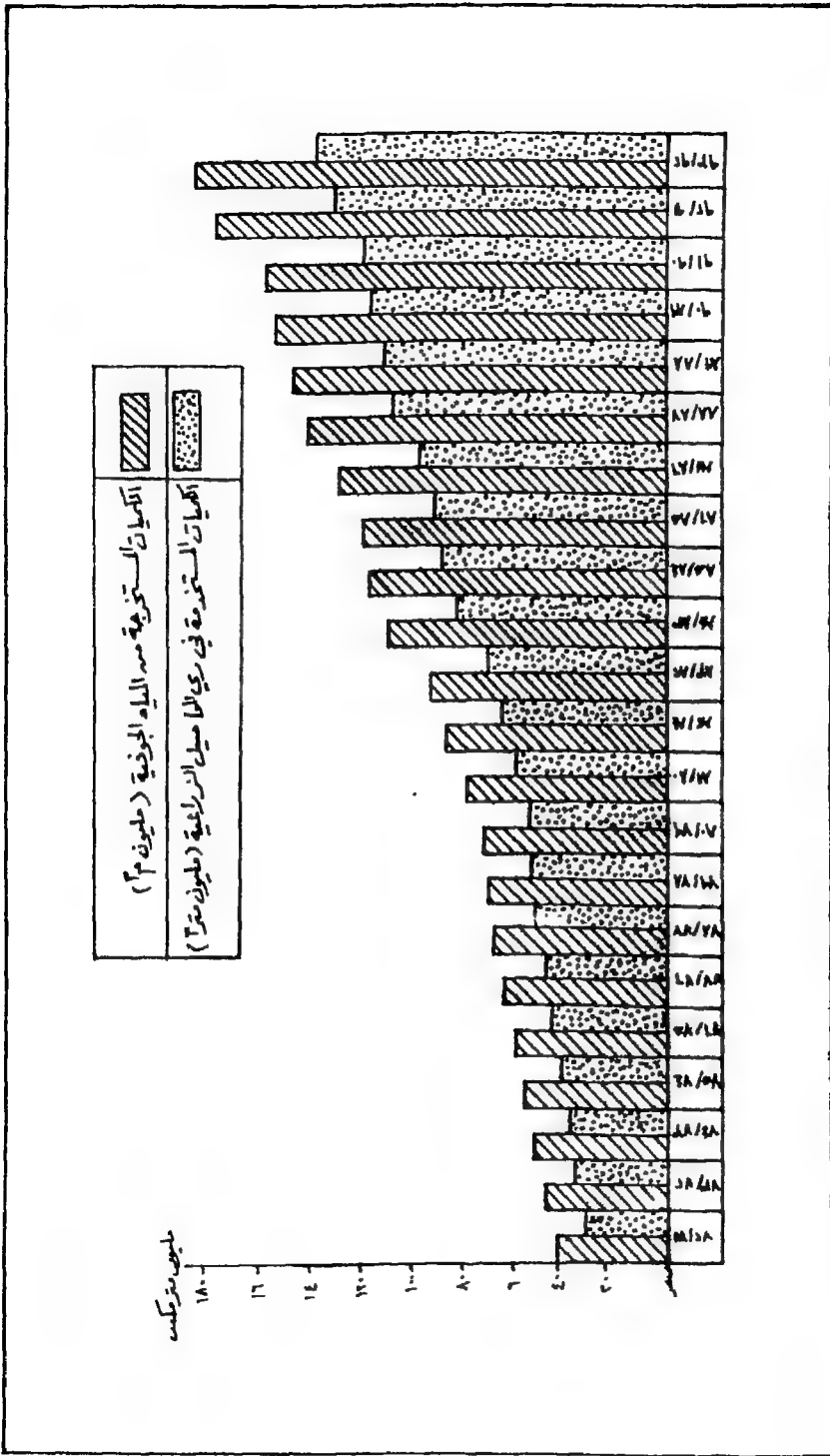
٥- آبار بها أجهزة تسجيل مناسيب المياه الجوفية: Automatic Well Recorders

وهي (٨) آبار يرمز لها بنجمة (*)، (٦) منها تتبع مجموعة الآبار الاستكشافية E.W.، و (٢) منها يخصان آبار التغذية R.W.، وقد تم توزيعها على النحو التالي:

- * بئر واحدة رقم R.W2 تقع ضمن السحنة الكربونية في شمال قطر.
- * بئران رقما P22, R.W1 يقعان في القطاع الشرقي من سحنة الكبريتات المتبقية.
- * بئران رقما P18, P14 يضطلعان بتسجيل مناسيب المياه الجوفية في منطقة السحنة الكبريتية، الأول بالقرب من موقع رصد دكا، والثاني في منطقة وادي جلال.
- * آبار ثلاثة بأرقام P10, P15, P12 وجميعها يغطي الامتداد الجنوبي الشرقي لحدبة دخان وضمن سحنة الكربونات الإرسابية (شكل رقم ٦-٢١).

بعد هذا العرض عن خصائص بعض الآبار وأنواعها وتوزيعها، نحاول دراسة استخدامات المياه للأغراض الزراعية، والكميات المنتجة موردة على مناطق قطر من ناحية، ومتضمنة ما تم ضخه لري المزروعات الشتوية والصيفية من ناحية ثانية، مع الوضع في الاعتبار حسم ما نسبته (٢٥٪) من الكمية المستخرجة (إكلستون، ١٩٨١، ص ٧/١٢، الجدول 12.5) كعائد من مياه الري لتغذية الخزان الجوفي، هذه الكميات تم استخراجها للمواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩٣) اعتمادا على المعطيات التي رصدناها (ص ٦٠٦) يوضحها (الجدول الملحق رقم ٦-٤)، و(الشكل رقم ٦-٢٢) لمجمل الكمية المستخرجة، وصافي الكمية المستخدمة في الري، ومنهما نستخلص الحقائق التالية:

(١) يبدو أن الكميات المستخرجة من المياه الجوفية العذبة لأغراض الزراعة تزايدت بشكل مطرد، إذ بلغت نسبة الزيادة في نهاية المواسم (٧١/٧٢-٩٢/٩٣) في حدود (٣٢٦٪) تقريبا، أي أكثر من (٤) أضعاف، ويوحى هذا إلى أن



تطور الكميات المستخرجة من المياه الجوفية والمستهدفة في رأي الماصعين الزراعية للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٣/٩٢) شكل رقم (٦-٢٢)

الزراعة في قطر استهلكت في عام ١٩٧٦ - على سبيل المثال - أكثر من (٨٠٪) من إجمالي المياه المستهلكة في الدولة، انخفضت هذه النسبة في عام ١٩٨٥ إلى (٦٠٪) حتى استقرت في عام ١٩٩٣ عند النسبة (٦٦,٦٪)، هذا التذبذب لا يعني أن الكمية المستخدمة في الزراعة قد طرأ عليها تراجع في الإنتاج، وإنما لمقارنتها مع الإنتاج الكلي للمياه العذبة (طبيعية ومقطرة)، وخاصة الإنتاج المتزايد من محطتي إزالة ملوحة مياه البحر.

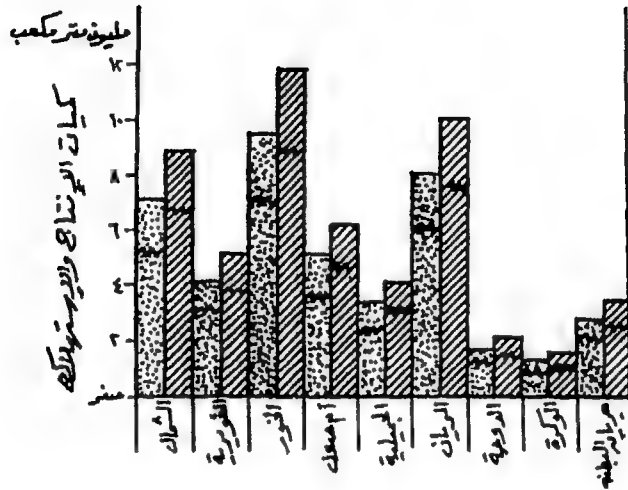
(ب) بلغ المعدل الموسمي العام لكمية المياه الجوفية العذبة المستخدمة في الزراعة على مدى (٢١) عاما حوالي (٩٥,٨٥) مليون م^٣، هذه الكمية تعادل وفق التقديرات التي تم حسابها كتغذية مباشرة للخرزان الجوفي حوالي (٦٣,٣٣٪)، وتمثل في حدود (١٧,٨٪) من مياه الأمطار المكتسبة عموما، ولكنها بكميات المكتسبة في كل موسم، فإنها ترتبط بحجم التساقط في هذا الموسم أو ذاك، وسيوضح هذا من خلال دراستها على مستوى المناطق.

(ج) يبدو أن معدلات الزيادة الموسمية في كمية المياه العذبة المنتجة لأغراض الزراعة تتفاوت بين موسم وآخر، فقد بلغت هذه الزيادة أدناها في الموسم (٧٩/٨٠) حوالي (٠,٦٧) مليون م^٣، بينما بلغت أقصاها في الموسم (٨٤/٨٣) في حدود (١٦,٨٨) مليون م^٣، وينطبق هذا على الموسم (٩٢/٩١) بزيادة قدرها (١٦,٧٥) مليون م^٣، ولهذه الزيادة علاقة بالمساحة المحصولية وأنواع الزراعات وطريقة الري المستخدمة.

(د) تقدر كمية المياه الجوفية العذبة المستخدمة في ري المحاصيل الشتوية في حدود (٧٩,٤٢) مليون م^٣ (معدل عام)، أي ما نسبته (٤٤,٦٪) من المعدل الموسمي للإنتاج، وهي مقارنة بحجم التغذية المباشرة تشكل (١٥٪)، ولكنها قياسا بالمكتسب من مياه الأمطار تضاهي (٧,٩٪). ولعل هذه الخصائص توحى بشيء من الاطمئنان إذا جادت السماء بمائها، واحتفظت الأرض بعذب معزونها، وفاضت الآبار بإنتاجها، والعكس صحيح.

(هـ) أما إنتاج المياه العذبة على مستوى المناطق واستخدامها لأغراض الزراعة، فيمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات: (الشكل رقم ٦-٢٣)

كمية المياه الجوفية المستخرجة شتاءً (معدل مليون م^٣)
 صيفاً (" ")
 المستخرجة في ربي المصايف الزراعية (مليون م^٣)



شكل رقم (٦-٢٣) معدل الإنتاج والاستهلاك من المياه الجوفية صيفاً وشتاءً للمواسم (٧٢/٧١-٩٣/٩٢) موزعة حسب مناطق قطر

١- فئة يزيد إنتاجها من المياه الجوفية العذبة (معدل عام) شتاءً أو صيفاً على (٧) مليون م^٣، وتمثلها كل من مناطق الخور والرمان والشمال، وهي المناطق التي تغطي بتركز زراعي مكثف، إذ يبلغ عدد المزارع النشطة فيها ما بين (١٧٨، ١٥٠، ١٣٠) مزرعة، بمساحة محصولية تتراوح بين (١٨٦٨٢، ١١٤١٩، ١٢٥٤٣) دونماً تقريباً على التوالي.

٢- فئة يتراوح إنتاج آبارها من المياه الجوفية العذبة (معدل عام) شتاءً أو صيفاً بين (٧-٤) مليون م^٣، وتمثلها منطقتا أم صلال والغويرية، هاتان المنطقتان تشغل أراضيها (٩٥، ٥٦) مزرعة، بمساحة محصولية تتراوح

بين (٧٩٢٤ و ١٢٥٢٠) دونما، ويلاحظ أن المساحة المحصولية في منطقة الغويرية رغم محدودية المزارع تفوق نظيرتها في أم صلال، وأن كمية المياه الجوفية العذبة المخصصة لري هذه المساحة في الغويرية أقل منها في أم صلال، حيث تبلغ (١٤, ٤) مليون م^٣ شتاء، (١٣, ٥) مليون م^٣ صيفا، وقد يرجع ذلك إلى طريقة الري أو إلى أن التكوينات في منطقة الغويرية تغطي عليها الرواسب الناعمة، بمعنى أن التربة ذات قوام دقيق أو متوسط تحتفظ بالمياه ولا تتسرب بسرعة، وبالمقابل تتميز تربة أم صلال ذات النسيج الحبيبي بدرجة نفاذية تفوق ما شهدنا في تربة الغويرية.

٣- فئة تشغل مساحة أراضيها حوالي (١, ٦٤٪) من مساحة قطر، وتضم بالإضافة إلى منطقة الدوحة كلا من الوكرة والجميلية وجريان البطنة، ولكنها لا تحتوي من المزارع إلا على (٧, ٢٩٪) بمساحة محصولية إجمالية قدرت في حدود (٩٧٨٥) دونما، أي بنسبة تبلغ (٤, ١٣٪)، وبذلك تزيد قليلا على المساحة المحصولية لمنطقة أم صلال منفردة، وتحديدًا بحوالي (٥, ٢٪) فقط، هذه النتائج تؤكد على ما ذهبنا إليه بأن الشمال القطري ينال نصيبا وافرا من المياه الجوفية العذبة، ومن التربة الصالحة للزراعة، ومن التركيز العمراني والكثافة السكانية، ناهيك عن حظه من طرق المواصلات والخدمات وما يتمتع به من مزايا مناخية.

(و) ذكرنا في بداية عرضنا لاستخدامات المياه الجوفية العذبة لأغراض الزراعة أن (٢٥٪) من الكميات المستخرجة تعود ثانية لخزان المياه الجوفية، على اعتبار أنها الكمية الفائضة عن حاجة النباتات بعد ريها، ولهذا يتضح لنا أن الكمية العائدة تتفاوت من منطقة إلى أخرى، ومن موسم محصولي إلى آخر (شتاء أو صيفا)، وبهذا تتناسب طرديا مع المنتج من المياه، بيد أن هذه الكمية قد تخالف هذا المنحى إذا حاولنا تفسيرها من وجهة نظر الأنماط الزراعية، وهذا ما يتطلب بيانات عن مختلف أنواع المحاصيل أو النباتات التي تتم زراعتها في منطقة قطر وهو ما لا يمكن تحقيقه في هذا المقام.



ج/ ٥ استخدامات مياه الصرف المعالجة:

من البديهيات أن يفتن المشرعون والمخططون في دولة كقطر تتمتع بمزايا المناخ الصحراوي وما يترتب على ذلك من ندرة الأمطار وقلة المصادر وضآلة موارد المياه ومحدوديتها، فبادرت الدولة - كي تستفيد من مياه الصرف وتستغل ما أنشأته من شبكات رئيسة للمجاري - إلى إنشاء محطة لتنقية ومعالجة مياه الصرف في منطقة النعيجة التي تقع على بعد (٦) كم من الدوحة، وقد أخذ الإنتاج يتزايد منذ استكمال إنشاء المحطة في عام ١٩٧٤ إلى أن بلغ مجموع الإنتاج في عام ١٩٨٠ حوالي (٣٠٠٠٠) م^٣/ اليوم، أي (١٠,٩٥) مليون م^٣ في السنة، ويبدو أن هذه الكمية لم تتحقق، إذ بلغت عام ١٩٨٠ (٤٥٠٠) م^٣/ اليوم، أي (١,٦٤٣) مليون م^٣، مع تركيز للأملاح بلغ نحواً من (٢٨٠٠) مللجم/ اللتر، ونسبة الأملاح هذه لها علاقة Accruing بتسرب مياه المجاري الممتدة على طول الشاطئ الأمامي لمدينة الدوحة، أو ما يمكن تسميته ببراح المد العالي Foreshore of High Tide.

اقترحت جهات عدة مواقع بديلة لتطوير ما يتراوح بين (١٠٠٠ و ١٦٠٠) هكتار، يتم ري محاصيلها بمياه الصرف المعالجة، من بينها المركز الفني للتنمية الصناعية (I.D.T.C)، وفي فبراير من ١٩٨٠ تقدم القائمون على تطوير مصادر المياه الجوفية باقتراح يقضي بنقل مياه الصرف المعالجة إلى منطقة مجاورة للعشرة Al-'Ashrah الواقعة على بعد (٦٠) كم إلى الغرب من الدوحة، هذه المنطقة تشغل في حدود (١٨٦) كم^٢، وأن إجمالي الأراضي القابلة للزراعة تبلغ (١٠٨٤) هكتاراً تقع ضمن (٣١٠) منخفضات، وقد تستغل تربتها لإنتاج مجموعة محاصيل مختلفة من بينها: مجموعة الحبوب Cereals، الخضروات Vegetables، علاوة على الأعلاف الخضراء Green Fodder وأشجار النخيل Date Plam التي تزود مؤسسة تربية المواشي المفردة بصناعة الألبان ومشتقاتها، كما أنها تدعم الصناعات الخفيفة القائمة على الزراعة، كتجفيف التمور وتخزين المحاصيل، وتتميز هذه المنطقة - إضافة إلى ما سبق - بأنها في منأى عن المراكز العمرانية للسكان الحضر أو المدر.

وفي منطقة وادي جلال - الركية الواقعة في وسط الجنوب عند الطرف الشمالي لهضبة صخرية يتراوح ارتفاع سطحها بين (٦٥-٧٥) م فوق مستوى

سطح البحر، حيث القشرة السطحية من التربة تتركب من الحصى والرمال المفككة، بينما تحتوي التربة التي لا يزيد سمكها على متر واحد على كمية مقبولة من الجبس، وهي أكثر تماسكا من سابقتها، وتتميز كيميائيا بأنها قليلة الملوحة، مع وجود بقع منعزلة يتركز فيها الكبريت والكلورايد موزعة بشكل عشوائي، والسطح بوجه عام متموج Undulating، يخلو من النباتات، ويعلو قليلا عن المعدل العام لسطح قطر، ولهذا يتميز بدرجة تصريف جيدة، الأمر الذي قد يجعله من وجهة النظر الزراعية مناسبة، ومع وجود الجبس فإن التربة تصلح لزراعة الحبوب Grains والأعلاف، ولكنها لا تصلح لزراعة الخضروات والفاكهة.

انتقلت الزراعة من مجرد امتلاك مزارع لممارسة إحدى الهوايات إلى مزارع الكفاءة الإنتاجية مروراً بمزارع الكفاية الأسرية، وكان من بين هذه المزارع ما تم إنشاؤه في منطقة وادي العريق الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من شبه جزيرة قطر من محطة للتجارب الزراعية، ومزرعة لتربية الأغنام في «أبو سمرة»، والذي تهمنا دراسته أن هذه المزارع تعتمد على المياه الجوفية المالحة Brackish Groundwater التي تحتفظها طبقة العلات (عضو أبروق)، ومن المعلوم أن طبقة العلات تستمد مياهها من العرية السعودية، وأنها بحكم البنية المحلية تقع تحت تأثير ضغط إرتوازي يتراوح ما بين (٤-٦) أمتار فوق مستوى سطح البحر (إكلستون، ١٩٨١، ص ١٤/١٢)، فكمية الإنتاج من المياه الجوفية ينبغي ألا تزيد على (٢) مليون م^٣، هذه المياه يبدو أن ملوحتها تتراوح بين (٥٠٠٠-٧٥٠٠) توصيل كهربائي، ومن الشواهد ما يشير إلى أن استخراج المياه الجوفية من الطبقة الخازنة أدى - على مدى (٣٠) عاما - إلى تحسن حدي في نوعية المياه، وقد يستفاد من مياهها على المدى القريب في ري حوالي (٥٠٠٠) هكتار ذي تربة رملية، تتم زراعتها بمحاصيل وافرة الإنتاج.

ولو تم - على سبيل الفرض - خلط مياه الصرف المعالجة بمياه طبقة العلات، فإنه من الناحية الفنية ممكنا، ولكنه هيدروكيميائيا قد يزيد الخليط ملوحة، ما دامت الكميات المنتجة قليلة، ولكي يكون الخليط ذا جدوى اقتصادية، لابد من استغلال المياه الجوفية لطبقة أم الراضومة الواقعة على عمق (١٨٠) م من سطح الأرض، هذه

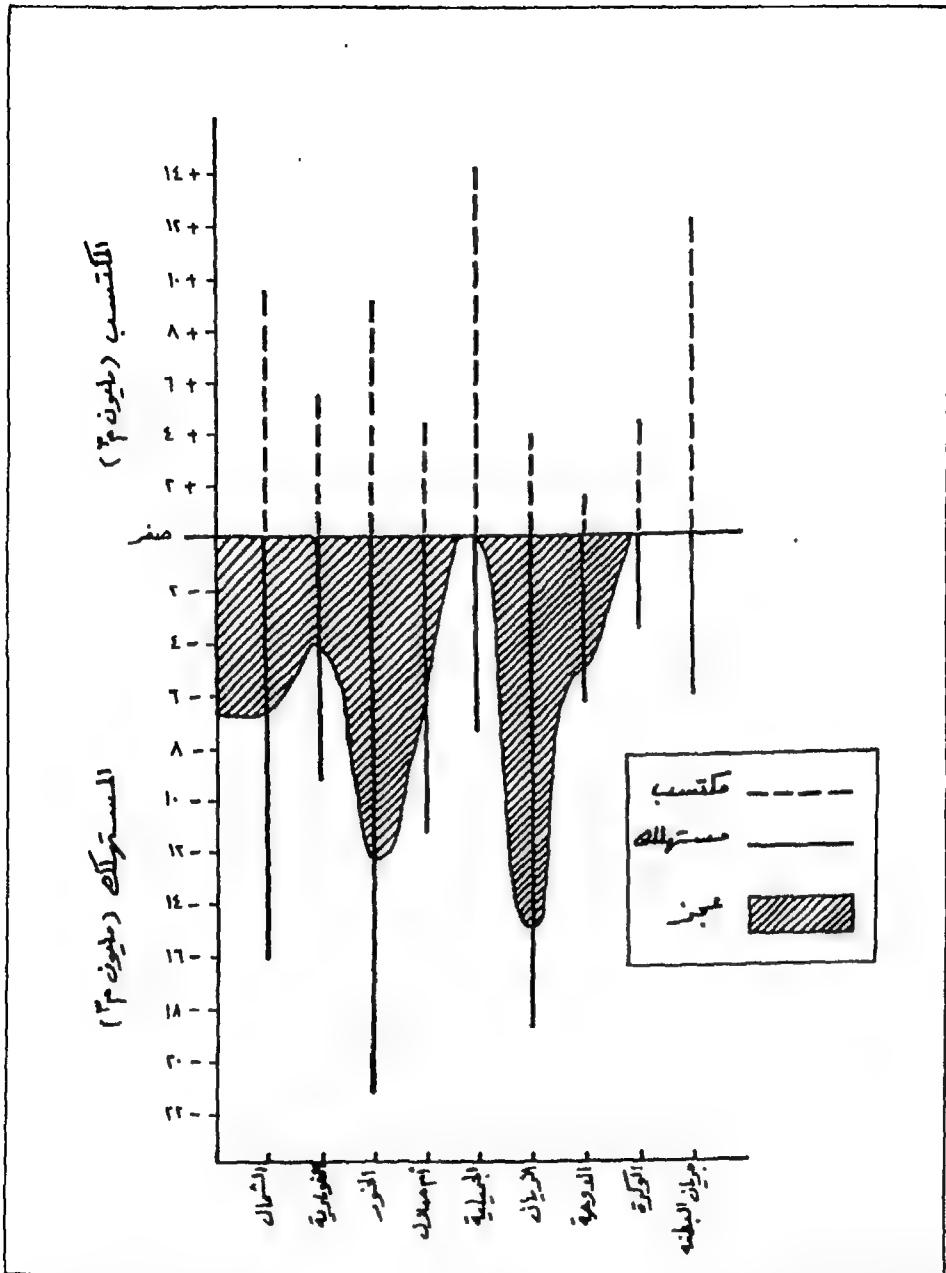


الطبقة تختزن موردا مائيا وافرا، تنتج في حدود (١٧) مليون م^٣/ السنة (إكلستون، ١٩٨١، ص ١٤/١٤)، بملوحة تصل إلى (٢٧٠٠٠) توصيل كهربى، تقل باتجاه الجنوب وخاصة على طول طريق أبو ظبي فتبلغ (١٥٠٠٠) توصيل كهربى، وقد تظهر بعض المشاكل من هذه التوليفة، إلا أن برنامج الحاسوب الذي استخدمه (إكلستون) قدم أفضل الحلول المتمثلة في توفير (١٧، ١٩) مليون م^٣ من مياه الصرف المعالجة، بملوحة تبلغ (٢٠٠٠) توصيل كهربى، وحوالى (١،٣) مليون م^٣ من المياه الجوفية لطبقة العلات ذات الملوحة (٥٠٠٠) توصيل كهربى، وما لا يقل عن (١٦،٧٣) مليون م^٣ من المياه الجوفية لطبقة أم الراضومة التي تبلغ ملوحتها في حدود (١٥٠٠) توصيل كهربى، هذه الكميات من المياه تستغل في ري (٢١٠٠) هكتار لزراعة الحبوب والأعلاف والذرة الرفيعة والبرسيم.

د/ ٥ موازنة المياه الجوفية:

١- الموازنة الأفقية للمياه الجوفية (حسب المناطق): (شكل رقم ٦-٢٤)

أشرنا سابقا إلى أن الكميات التي يكتسبها المخزون الجوفي في قطر هي مجموع حجم التغذية والجريان (مباشر وغير مباشر)، وتؤلف هذه الكميات رصيدا جديدا تزود به المياه الجوفية المخزنة في باطن الأرض، لتعوض ما قد تفقده، أما المستهلك من المياه الجوفية فهو مجموع ما يستغله السكان للشرب وأغراضهم المنزلية، وما تحتاجه الزراعة بالإضافة إلى الفواقد عن طريقي التبخر والتشبع، وهي جميعا تم تقديرها سابقا، ونجدول نتائجها كالتالي:



شكل رقم (٦-٢٤)
موازنة المياه الجوفية وكمية العجز (مليون م³) للمواسم (٧١/٧٢ - ٩٢/٩١)
موزعة حسب مناطقها

جدول رقم (٦-٢٨)

موازنة المياه الجوفية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) مليون م٣ موزعة حسب مناطق قطر

المنطقة	شمال	غوية	خور	أم صلال	جميلة	ريان	دوحة	وكرة	بننة	مج
مكتب	٩,٣٥	٥,٢٤	٨,٩٧	٤,٢٠	١٣,٨٣	٣,٧٦	١,٣٢	٤,٢٦	١١,٩٧	٦٢,٩٠
تغذية مباشرة	١,٥٦	٠,٨٧	١,٤٩	٠,٧٠	٦,٣٠	٢,٦٣	٠,٧٢	٣,٧١	٩,١٠	٢٧,٠٨
تغذية غير مباشرة	٧,٧٩	٤,٣٧	٧,٤٨	٣,٥٠	٧,٥٣	١,١٣	٠,٦٠	٠,٥٥	٢,٨٧	٣٥,٨٢
ستهلك	١٦,٠٨	٩,٢٨	٢١,٣٥	١١,٣٠	٧,٤٨	١٨,٨٢	٦,٣٤	٢,٩٥	٦,١٦	٩٩,٧٦
الزراعة	١٦,٠٢	٩,٢٦	٢١,٢٣	١١,١٨	٧,٣٨	١٨,١٠	٣,٧٧	٢,٧٨	٦,١٣	٩٥,٨٥
السكان	٠,٠٦	٠,٠٢	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٠	٠,٧٢	٢,٥٧	٠,١٧	٠,٠٣	٣,٩١
المجز	٦,٧٣-	٤,٠٤-	١٢,٣٨	٧,١٠-	٦,٣٥+	١٥,٠٦-	٥,٠٢-	١,٣١+	٥,٨١+	٣٦,٨٦-

يتبين من (الجدول رقم ٦-٢٨) و (الشكل رقم ٦-٢٤) ما يلي:

١- هناك عجز على مستوى مناطق قطر بلغ معدله العام على مدى المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) حوالي (-٣٦,٨٦) مليون م٣، هذه الكمية تعادل (٤٥,١٪) من حجم المخزون الجوفي العام في قطر، إلا أن هذا المخزون لم يتم تقديره نظرا لتركز حقول آبار المياه العذبة في النصف الشمالي.

٢- إذا اقتصرنا المعالجة على مناطق النصف الشمالي فسيبلغ معدل التغذية السنوية حوالي (٤٣,٢٢) مليون م٣، ومعدل الاستهلاك الموسمي (٨٧,٤٠) مليون م٣، وعليه يساوي معدل العجز السنوي (-٤٤,١٨) مليون م٣، فإن مجموع ما استهلك على مدى (٢١) عاما يبلغ (٩٢٨) مليون م٣، فيتبقى من المخزون الجوفي ما كميته (١٦١٢) مليون م٣، هذا المخزون الجوفي سينضب على أساس المعدل السابق بعد (٣٦,٥) عاما تقريبا ابتداء من الفترة (٩١/٩٢)، أي في العام (٢٠٢٩)، وأن نوعية المياه ستدهور نتيجة السحب والاستنزاف، وتغلغل المياه المالحة أفقيا من الخليج، ورأسيا من الطبقات السفلى، وبهذا قد لا تصلح للزراعة بعد أقل من (١٨,٥) عاما، أي في العام (٢٠١١)، والله أعلم.

٣- يلاحظ أن أكثر المناطق عجزا في المياه الجوفية منطقتا الريان (١٥,٠٦-٣مليون م٣، والخور (١٢,٣٨-٣مليون م٣، وذلك لتزايد السكان بشكل يلفت النظر في الأولى، ولكثافة المزارع واستنزاف المياه الجوفية في الثانية (شكل رقم ٦-٢٤).

٤- يتمتع النصف الجنوبي (منطقتا الوكرة وجريان البطنة)، بالإضافة إلى الساحل الغربي جنوب الإحداثي (٤٤) شمالا (منطقة الجميلية) بفائض مائي يتراوح معدله ما بين (١,٣١+، ٥,٨١+، ٦,٣٥+ مليون م٣ على التوالي، وتشكل هذه الكمية مجتمعة (١,١٧٪) من المعدل السنوي العام لمجموع حجم التساقط البالغ (٧٩) مليون م٣، وحوالي (٤,٦٨٪) من مجموع حجم التغذية لخزان النصف الجنوبي البالغ (١٩,٧٠) مليون م٣، وترجع أسباب هذا الفائض إلى قلة السكان والزراعة معا مما لا يشكل ضغطا على المياه الجوفية.

٥- يظهر الساحل الشرقي ابتداء من منطقة الشمال حتى منطقة الدوحة ومرورا بمنطقتي الخور وأم صلال عكس ما شهدناه على الساحل الغربي، فمن جراء الاستنزاف المتواصل للمياه الجوفية العذبة نتيجة تركيز بين (٨٥٪ و ٥٣,٧٪) من السكان فيما بين (١٩٧٠ و ١٩٩٢)، وانتشار غالبية المزارع، نلاحظ عجزا تبلغ نسبته (٥,٣٩٪) من المعدل السنوي العام لمجموع حجم التساقط، وحوالي (١,٧٧٪) من معدل التغذية لخزان النصف الشمالي.

٦- استنزفت الزراعة في قطر معدلا سنويا قدر خلال المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) بحوالي (٨٥,٩٥) مليون م٣، هذه الكمية تعادل أكثر من (١,٥) مرة قدر معدل التغذية، وهذا يعني أن هناك عجزا تبلغ كميته (-٩٣,٣٢) مليون م٣، وهو يشكل (ثلث) المستهلك لأغراض الزراعة، و (نصف) حجم التغذية تقريبا، ولكي يتم تعويضه كنا نطمح أن يرسل الله السماء علينا مدرارة بكميات إضافية لكل منطقة خلال المواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) تتراوح بين (١١-٨,٣٠٥) ملم، ولكن الواقع غير ذلك، إذ يقل المعدل كثيرا في بعض الأعوام فينجم عنه عجز مستمر في المخزون الجوفي، وهبوط في مستوى المياه الجوفية حتى أنه لا يزيد على (٤) أمتار فوق منسوب البحر في النصف الشمالي، وارتفاع متزايد في الملوحة منذ عام ١٩٧١ بمعدل يتراوح بين (٥-٧٪) في السنة (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص٦٦).

٧- تبين من (شكل رقم ٦-٢٣) أن هناك فرقا يبلغ (٢٧, ١٠) مليون م^٣ بين ما يستغل في الأغراض الزراعية صيفا عنه شتاء، هذه الكمية تمثل (١٠, ٧٪) قياسا بالمستخرج لري الزراعات المختلفة، وتعادل تقريبا (٣) أضعاف مجموع المعدل السنوي العام المستهلك من المياه العذبة للشرب البالغ (٨٩, ٣) مليون م^٣ للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢)، كما أنه يضاهي (٣, ١٦٪) من المتوسط العام للتغذية البالغ (٩٢, ٦٢) مليون م^٣.

٢- الموازنة الرأسية للمياه الجوفية (حسب مواسم المطر):

عرضنا في السابق الموازنة الأفقية، ونحاول فيما يلي دراسة موازنة المياه الجوفية رأسيا وذلك من خلال المعطيات التي بنيت عليها هذه الموازنة، حيث تبين وفق ما أورده (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن محمد يوسف، ١٩٨٥، ص٤٧) أن المخزون الجوفي للمواسم (٧١/٧٢) يقدر بحوالي (٢٥٠٠) مليون م^٣، بينما ذكرنا (ص٦٦) في نفس المؤلف أن المخزون الجوفي للقسم الشمالي حسب الدراسات السابقة للفترة ١٩٧١ قدر بحوالي (٢٥٤٠) مليون م^٣ من المياه الصالحة للزراعة، وما دامت الكميتان متقاربتين وتقديريتين، فقد اعتمدنا الكمية الأخيرة (٢٥٤٠) مليون م^٣ لتكون أساس المخزون الجوفي للطبقات الجيولوجية في النصف الشمالي لشبه جزيرة قطر، وبناء عليه نعرض الموازنة كالتالي:

جدول رقم (٦-٢٩)

الموازنة الرأسية للمياه الجوفية للمواسم (٧١/٧٢-٩١/٩٢) (مليون متر مكعب)

المواسم	أصل المخزون	حجم التغذية	ما آكل إليه المخزون الجوفي	الاستهلاك			صافي المخزون
				زراعة	شرب	مجموع	
٧٢/٧١	٢٥٤٠,٠٠	٣٦,٧٦	٢٥٧٦,٧٦	٣٧,١٤	٢,٥٨	٣٩,٧٢	٢٥٣٧,٠٤
٧٣/٧٢	٢٥٣٧,٠٤	١١,٠٩	٢٥٤٨,١٣	٣٩,٧١	٣,٨٤	٤٣,٥٥	٢٥٠٤,٥٨
٧٤/٧٣	٢٥٠٤,٥٨	٢٢,٩٤	٢٥٢٧,٥٢	٤٤,٧٦	٤,٢٦	٤٩,٠٢	٢٤٧٨,٥٠
٧٥/٧٤	٢٤٧٨,٥٠	٣٣,٦٦	٢٥١٢,١٦	٤٨,٠٦	٤,٣٣	٥٢,٣٩	٢٤٥٩,٧٧
٧٦/٧٥	٢٤٥٩,٧٧	٨٢,٩٩	٢٥٤٢,٧٦	٥١,٩٦	٦,٢١	٥٨,١٧	٢٤٨٤,٥٩
٧٧/٧٦	٢٤٨٤,٥٩	٦٣,٤٩	٢٥٤٨,٠٨	٥٥,٣٦	٦,٠٧	٦١,٤٣	٢٤٨٦,٦٥
٧٨/٧٧	٢٤٨٦,٦٥	١٦,٧٥	٢٥٠٣,٤٠	٥٩,٢٤	٦,٠٠	٦٥,٢٤	٢٤٣٨,١٦
٧٩/٧٨	٢٤٣٨,١٦	٣١,٢٩	٢٤٦٩,٤٥	٦٠,٩٦	٥,٤٠	٦٦,٣٦	٢٤٠٣,٠٩
٨٠/٧٩	٢٤٠٣,٠٩	٤٢,٥٩	٢٤٤٥,٦٨	٦١,٥٥	٤,٠٧	٦٥,٦٢	٢٣٨٠,٠٦
٨١/٨٠	٢٣٨٠,٠٦	١٧,٩٤	٢٣٩٨,٠٠	٦٧,٥٩	١,١٧	٦٨,٧٦	٢٣٢٩,٢٤
٨٢/٨١	٢٣٢٩,٢٤	٥٦,٥٢	٢٣٨٥,٧٦	٧٤,٢٩	٥,٢٢	٧٩,٥١	٢٣٠٦,٢٥
٨٣/٨٢	٢٣٠٦,٢٥	١٠٠,٣٩	٢٤٠٦,٦٤	٧٩,٦٢	٥,٣٤	٨٤,٩٦	٢٣٢١,٦٨
٨٤/٨٣	٢٣٢١,٦٨	٢٠,١٧	٢٣٤١,٨٥	٩٤,٣٩	٥,٠٩	٩٩,٤٨	٢٢٤٢,٣٧
٨٥/٨٤	٢٢٤٢,٣٧	٨,٣٧	٢٢٥٠,٧٤	١٠٠,٩٧	٥,١٧	١٠٦,١٤	٢١٤٤,٦٠
٨٦/٨٥	٢١٤٤,٦٠	٤٥,٤٤	٢١٩٠,٠٤	١٠٢,٨٢	١,٦٠	١٠٤,٤٢	٢٠٨٥,٦٢
٨٧/٨٦	٢٠٨٥,٦٢	٥٦,٣١	٢١٤١,٩٣	١١١,٢٤	١,٥٢	١١٢,٧٦	٢٠٢٩,١٧
٨٨/٨٧	٢٠٢٩,١٧	٩٤,٤١	٢١٢٣,٥٨	١٢٢,١٧	١,٧٥	١٢٣,٩٢	١٩٩٩,٦٦
٨٩/٨٨	١٩٩٩,٦٦	١٧,٦٤	٢٠١٧,٣٠	١٢٦,٤٢	٣,٨٠	١٣٠,٢٢	١٨٨٧,٠٨
٩٠/٨٩	١٨٨٧,٠٨	٧٦,٢٥	١٩٦٣,٣٣	١٣٢,٣٦	٤,٠٤	١٣٦,٤٠	١٨٢٦,٩٣
٩١/٩٠	١٨٢٦,٩٣	٣١,٤٣	١٨٥٨,٣٦	١٣٦,٠٩	٢,٤٢	١٣٨,٥١	١٧١٩,٨٥
٩٢/٩١	١٧١٩,٨٥	٤١,١٦	١٧٦١,٠١	١٥٠,٧٣	١,٨٩	١٥٢,٦٢	١٦٠٨,٣٩
المجموع المتوسط	٩٠٧,٥٩	٤٣,٢٢	١٧٥٧,٤٣	٨٣,٦٩	٣,٨٩	٨٧,٥٨	١٨٣٩,٢٠

ملاحظة: قد تختلف بعض الأرقام أثناء العمليات الحسابية بسبب التقريب، مما قد يؤدي إلى فروقات بسيطة عند استخلاص النتائج، وهو في اعتقادي لا يفسد للمحصلة تماثلها ودقتها.

من (الجدول رقم ٦-٢٩) نستخلص التالي:

- ١- يلاحظ أن المتوسط الموسمي لحجم استهلاك المياه الجوفية يساوي أكثر من (ضعف) المتوسط الموسمي لحجم التغذية ضمن الخزان الجوفي الشمالي، وقد تبين من خلال التجارب التي أجريت على آبار المراقبة التي حفرت في بعض

المزارع الحكومية في النصف الشمالي أن معدل تغذية الحوض الجوفي يمكن أن يزيد بنسبة (٣٠٪) من معدل الكمية المغذية للحوض الجوفي، فإذا اعتبرنا أن معدل الكمية تبلغ (٤٣, ٢٢) مليون م٣، فإن الزيادة السنوية تصبح (١٣) مليون م٣، وهذه الكمية تعمل نوعاً ما على تعديل الميزان المائي الجوفي وتُصلحُ منه.

٢- يتضح من واقع البيانات أن صافي كمية المخزون الجوفي بلغت في نهاية الموسم (٩٢/٩١) حوالي (١٦٠٨, ٣٩) مليون م٣، ويعني هذا أن كمية المياه الجوفية المستهلكة بلغت على مدى (٢١) موسماً (٦١ ٩٣١) مليون م٣، أي بنسبة (٣٦, ٧)٪ من حجم المخزون الجوفي الشمالي، وفي حدود (٧٠, ٥)٪ من مجموع حجم التغذية في قطر البالغ (١٣٢١, ١٥) مليون م٣.

٣- يوحى ما ورد في البند (٢) أن صافي كمية المخزون الجوفي وفق معدلات التغذية (٤٣, ٢٢) مليون م٣، فلذا أضفنا الزيادة السنوية للتغذية الجوفية ومقدارها (١٣) مليون م٣ إلى المعدل العام للتغذية الموسمية على اعتبار أنها كمية ثابتة، فإن المعدل سيصبح (٤٣, ٢٢ + ١٣ = ٥٦, ٢٢) مليون م٣، وبالتالي ينخفض معدل العجز إلى (٣١, ٣٦) مليون م٣، على أساس أن معدل الاستهلاك يبلغ (٨٧, ٥٨) مليون م٣، وبإجراء عملية حسابية بسيطة سيتضح لنا أن صافي حجم المخزون المقدر في نهاية الفترة بحوالي (١٦٠٨, ٣٩) مليون م٣، سينضب بعد (٣٦) موسماً، أي في حدود عام (٢٠٤٣) والله أعلم، لذا يجب أخذ الاحتياطات اللازمة والعمل على حفر ما يمكن من آبار للاستفادة من كل قطرة ماء تجود بها السماء، والسعي نحو ضبط عمليات الإنتاج بتركيب عدادات على مجموعة الآبار المستغلة في قطر.

٤- من خلال حساب الفائض والعجز على مدى المواسم المعتمدة تبين أن العجز يسود الفترة كلها حيث بلغ (-٩٢, ٩٧٣) مليون م٣، باستثناء المواسم (٧٥/٧٦ و ٧٧/٧٦ و ٨٢/٨٣) التي بلغ فيها مجموع الفائض (+٣١, ٤٢) مليون م٣، وبهذا يكون مجموع صافي العجز (-٦١, ٩٣١) مليون م٣، أي بمعدل سوي بلغ (-٣٦, ٤٤) مليون م٣.



٦- دراسة لبعض خصائص هيدروجيولوجية الآبار المستخدمة في الزراعة:

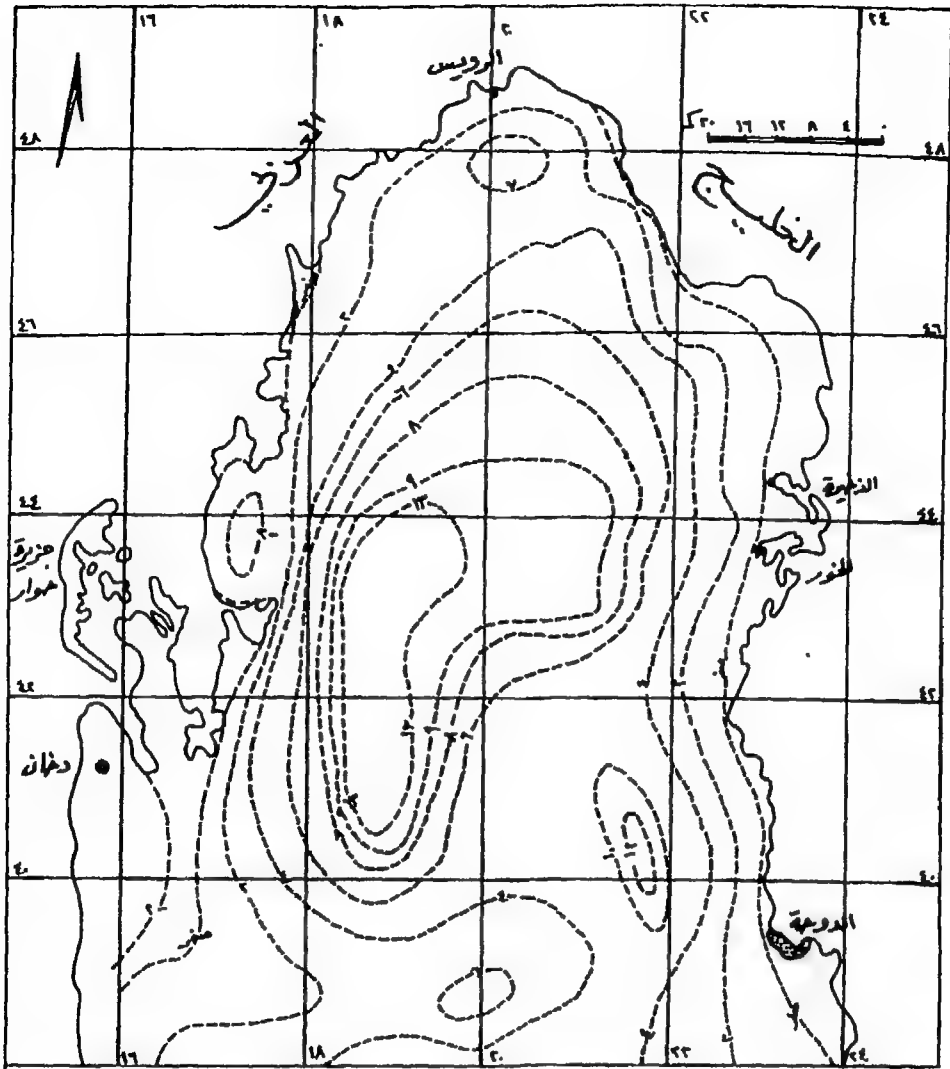
نحاول في هذا الجانب إلقاء الضوء على بعض خصائص هيدروجيولوجية الآبار ومن أهمها مستوى الماء الباطني والتغيرات التي حدثت، وحركة المياه الجوفية، والمعاملات الهيدرودينامية للخرزان الجوفي وخاصة: معاملات النفاذية، ومعاملات السريان، ومعاملات التخزين.

٦/١ مستوى الماء الباطني: Piezometric Surface

على ضوء الخصائص الجيولوجية والبنوية للطبقات الخازنة للمياه الجوفية التي تمت دراستها سابقا يتبين أن مستويات المياه الجوفية Phreatic Water Levels في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر وخاصة المناطق الداخلية تحدث ضمن تكوينات الرس، في حين تتمثل هذه المستويات على طول السواحل القطرية في تكوينات الدمام التي أوضعها البنية الجيولوجية، وبهذا يتفق مستوى المياه الجوفية بصفة عامة مع طبوغرافية شبه جزيرة قطر، وفي الحوض الجنوبي تحدث تغيرات ذات بال في مستويات المياه الجوفية مردها في الغالب إلى التغيرات الجانبية Lateral والرأسية Vertical التي طرأت على الخصائص الليثولوجية للطبقات الحاوية للمياه الجوفية ونفاذية صخورها، هذا الوضع خلق تجمعات حبيسة من المياه بكميات مختلفة وعند مستويات متباينة ومتعددة، تفصلها على ما يبدو مناطق شاسعة Extensive Areas مما يوحي بخلوها من المياه الجوفية.

وقد أجرت شركة لوجراند أدسكو في الموسم (١٩٥٨/١٩٥٩) دراسة لمستوى المياه الجوفية، ولكنها تركزت على النصف الشمالي، فيما قام الفريق الذي يترأسه إكلستون بدراسة مستوى المياه الجوفية على مدى (١٠) سنوات، أي خلال الفترة بين (١٩٧١-١٩٨٠)، وما عدا ذلك لم يتمكن من الحصول على أي من التقارير المتعلقة بهذا الموضوع إذا وجدت، لذا سنحاول استخلاص بعض النتائج من خلال الخريطتين اللتين حصلنا عليهما لهاتين الدراستين، لنقف على مدى التغير الذي حدث لمستوى الماء الباطني عبر هذه الفترة.

يبدو أن (الخريطة رقم ٦-٢٥) أجريت عليها بعض التعديلات كي تتفق مع التفصيلات الطبوغرافية الدقيقة، وأن خطوط تساوي المياه الجوفية Groundwater Contours تم تبسيطها Smoothed كلما سمحت البيانات المتوافرة من خلال الآبار



عن: لوجيزاندريسكو، ١٩٥٨

شكل رقم (٦-٢٥)

خريطة مستوى الماء الباطني للنصف الشمالي لقطر (١٩٥٨)

الموجودة والحفر الاستكشافية، هذه البيانات تركز على مجموعة مصادر المياه الجوفية للمنخفضات الرئيسة، ولهذا فإن مستويات المياه تعكس بالتالي أثر الأمطار الغزيرة التي سقطت في يناير من عام ١٩٥٩، ورغم أن عدد مواقع أجهزة قياس الأمطار كانت محدودة لا تتعدى خمسة أجهزة وخاصة العاملة منها، فإن كمية الأمطار التي سقطت على كثير من مناطق قطر قد تراوحت بين (٧٥ و ١٠٠) ملم، ولهذه الكمية آثارها العشوائية على مستويات المياه الجوفية قبل سقوط الأمطار.



ومن الخريطة يمكن استخلاص الخصائص التالية:

- ١- يبدو أن هناك منطقتين يبلغ فيهما مستوى الماء الجوفي ذروته، حيث تتراوح المستويات بين (١٢، ١٣) مترا، تقع المنطقة الأولى إلى الشمال الغربي من الدوحة، وبالتحديد إلى الغرب من الإحداثي الراسي (٢٢ق) وإلى الشمال من الإحداثي الأفقي (٤٠ش)، وتتركز في هذه المنطقة بعض حقول آبار المياه كالمرزوعة وأبو حصية، ومن المحتمل أن يعزى تدني مستويات المياه الجوفية في المربع الذي يقع بين الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقا، (٤٠-٤٢) شمالا إلى الإفراط في استخراج المياه الجوفية من حقول آبار الخريب وأم القهاب.
- ٢- المنطقة الثانية التي يبلغ فيها مستوى المياه الجوفية ذروته (+١٣) م تقع إلى الغرب من محور شبه جزيرة قطر، هذا التركيز نعزوه إلى انتشار الزراعة على طول الجانب الشرقي وخاصة منطقة الخور مما تتطلب استخراج كميات كبيرة من المياه الجوفية لتغطية الاحتياجات، الأمر الذي أدى إلى انخفاض مستوى الماء الجوفي في هذا الجانب وارتفاعه في الجانب المقابل.
- ٣- ظاهرة أخرى توحى بتدني مستويات المياه الجوفية في المربع الذي يمتد بين الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقا، (٣٨-٤٠) شمالا، والسبب في ذلك يرجع إلى عمليات استخراج المياه حول منطقة الريان ومعيذر والسيلية، كما أن المنطقة المحصورة بين الإحداثيين (٢٠) شرقا، (٣٩) شمالا شهدت انخفاضا في مستوى الماء الجوفي مرده إلى تركيز استخراج المياه الجوفية من حقول آبار روضة راشد، وانتشار العديد من المزارع وخاصة في منطقة أم المواقع التي كانت تضم آنذاك أكثر من (١٠) مزارع عاملة، تستغل في حدود (٦٠) بئرا، تنتج أكثر من (١٠٠٠٠) م^٣/ اليوم.
- ٤- يلاحظ أن الجزء الشمالي من قطر، إلى الشمال من الإحداثي (٤٤) شمالا، قد تعرض لانخفاض في مستوى الماء الجوفي نتيجة الاستغلال المبكر والمكثف للأراضي الصالحة للزراعة، حيث لا يزيد مستوى الماء الجوفي عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٢٠) شرقا، (٤٨) شمالا على (٧) أمتار.
- ٥- هناك ظاهرة جديرة بالاهتمام وهي قيم مستويات المياه الجوفية التي تنخفض عن مستوى البحر، وهذه الظاهرة تنفرد بها سبخة دخان القارية الواقعة إلى

الشرق مباشرة من حدة دخان، ومنطقة زغين البحث، وهي عبارة عن مسطحات ملحية تنخفض في حدود (5-0) أمتار عن منسوب مياه البحر، من هنا برزت أهميتها كمنطقة تصريف طبيعية للمياه الجوفية عن طريق التبخر.

٦- يقودنا ما جاء في البند رقم (5) إلى إبراز علاقة التبخر بمستوى الماء الجوفي في مناطق السبخات، هذه العلاقة تتمثل في أن معدلات التبخر تزايد نتيجة تزايد عمليات النشع والتزلق لمستوى الماء الباطني من سطح السبخة، ومع تكرار عمليات التبخر تنخفض مستويات الماء الجوفي، وينبغي أن نشير إلى أن التبخر لا يحدث من أسطح السبخات كلها، وإنما في المسطحات التي تخلو من الطبقات والمخلفات الملحية، ولهذه المخلفات الملحية علاقة موجبة مع مستويات الماء الجوفي، فإن دورها يكمن في الحد من عمليات التبخر ولو لحين، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء الجوفي، فإذا ما أزلت الرياح بفعلها الطبقات الملحية الجافة بدأت الدورة من جديد. ومن المحتمل كما ذكر (كلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ١٠/١٤) أن ما يزيد على (١٠) مليون م^٣/ السنة يعتبر فاقدا بالتبخر، بهذه الطرائق عام ١٩٥٩، بيد أن هذه الكمية انخفضت عام ١٩٨٠ في حدود (٧) مليون م^٣/ السنة، في الوقت الذي بدت فيه حالات اتزان دينامي مع انخفاض حركة المياه الجوفية باتجاه الساحل، أما بقية السبخات فتغطي أسطحها طبقات سميكة - ذات مغزى - من الغرين الجاف، ورمال ذرتها الرياح، ويعتقد بأنها ستستعيد نشاطها في هذا المجال وخاصة أنها تتبع انخفاض مستوى الماء مع الجنوح بعيدا عن حالات الاتزان الدينامي بين التصريف والتغذية.

٧- يتضح أن هناك تقوسين ذواتا معنى في خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية؛ ينطلق التقوس الأول من المنطقة التضاريسية السالبة للسبخة بالقرب من دخان باتجاه الشرق إلى أم المواقع، وينبعث التقوس الثاني الذي يبدو أقل حدة في تقوسه من الأول إلى الجنوب من مدينة الدوحة، ملامح هذه التقوسات قد تعزى إلى تزايد Enhancement النفاذية في تكوينات الرس خاصة المنطقة التي تشهد نشاطا في إذابة المتبخرات وتتحصر في النطاق الحدودي بين حوضي المياه

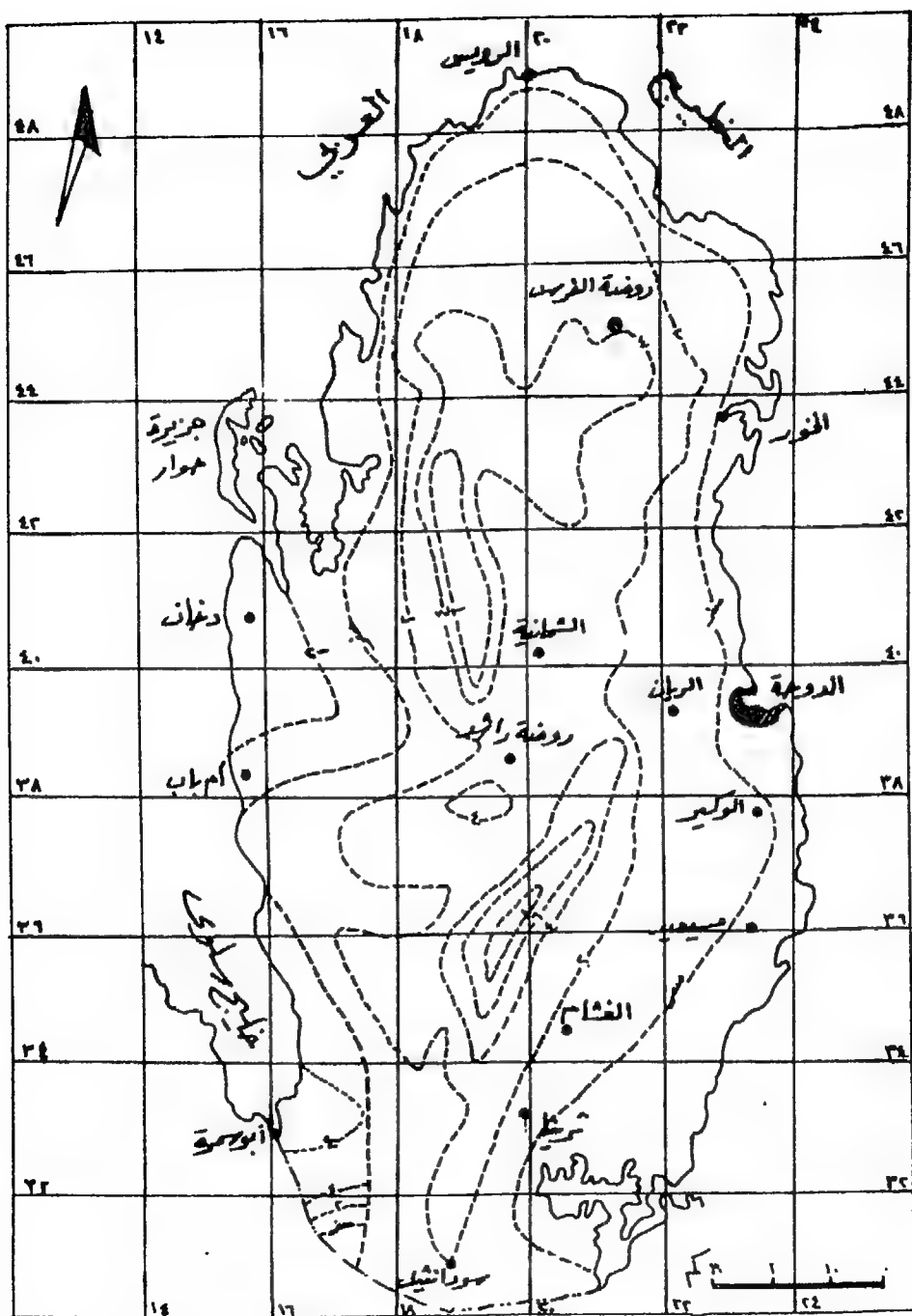
العذبة الشمالي والجنوبي، وذلك في مرحلة سابقة لتشكل الحفر الانهيارية جميعها، وقد أدى هذا الوضع إلى نمط من أشكال الأرض المفرغة Deflated لحوض المياه الجوفية الشمالي.

بمقارنة ما سبق مع (خريطة رقم ٦-٢٦) نلاحظ التالي:

١- إلى الشمال من الإحداثي (٣٨) شمالا انخفض منسوب المياه من (+١٣) م إلى (+٦) م وخاصة في المنطقة الواقعة إلى الغرب من وسط شبه الجزيرة. ويقودنا هذا إلى التأكيد على أن المنطقة الواقعة إلى الغرب من الإحداثي (٢٠) شرقا، وما بين الإحداثيين (٤٠، ٤١) شمالا قد بدأت تشهد نشاطا زراعيا مكثفا، إضافة إلى ما يستخرج من المياه للأغراض المنزلية والصناعية.

٢- يتضح أن خريطة مناسب المياه لعام ١٩٨٠ (رقم ٦-٢٦) عبارة عن خريطة تمثل عملية دمج في جميع المواقع - باستثناء حقول الآبار - بين منسوب المياه الجوفية إقليميا لتكوينات أم الراضومة الذي ينخفض من (+٥) م في الجنوب الغربي إلى (+٢) م في الشمال الشرقي لشبه جزيرة قطر والذي يرتبط بمعامل التخزين وحركة المياه الجوفية الكامنة من العربية السعودية باتجاه الشمال الشرقي وبين مستويات تكوين الرس التي تعزى إلى الظروف التي تتعرض لها المياه الجوفية الحالية من عمليات التغذية والتصريف، والتي تتأثر إضافة إلى الكميات المستخرجة من المياه الجوفية بالتغيرات السنوية في هذه الظروف.

٣- يقودنا هذا إلى القول بأن مناطق تكوينات الرس التي شهدت انخفاضاً في مناسب مياهها الجوفية Drawdown من جراء المغالة في استخراجها وخاصة تلك التي تحاذي المنطقة الساحلية، ستغدو في نفس مستوى مياه تكوين أم الراضومة، وبهذا يُفْتَحُ مجال جديد New Route أمام تصرف المياه الجوفية لتكوين أم الراضومة صوب البحر، وعلى هذا الأساس فإن مستويات المياه الجوفية في المنطقة الساحلية ستصل إلى حد تتوازن فيه مع مستويات أم الراضومة، فتكون النتيجة تدهورا Deteriorate في نوعية المياه الجوفية الإقليمية القابعة في تكوين أم الراضومة، تماماً كما يحدث لعدسات المياه الجوفية Meteoric قليلة الانتشار والسماكة Feather-Edge عندما تنكمش



عش: ١٩٨٠، ١٩٨٠

شكل رقم (٦-٢٦)

خريطة مستوى الماء الباطني لشبه جزيرة قطر لعام ١٩٨٠

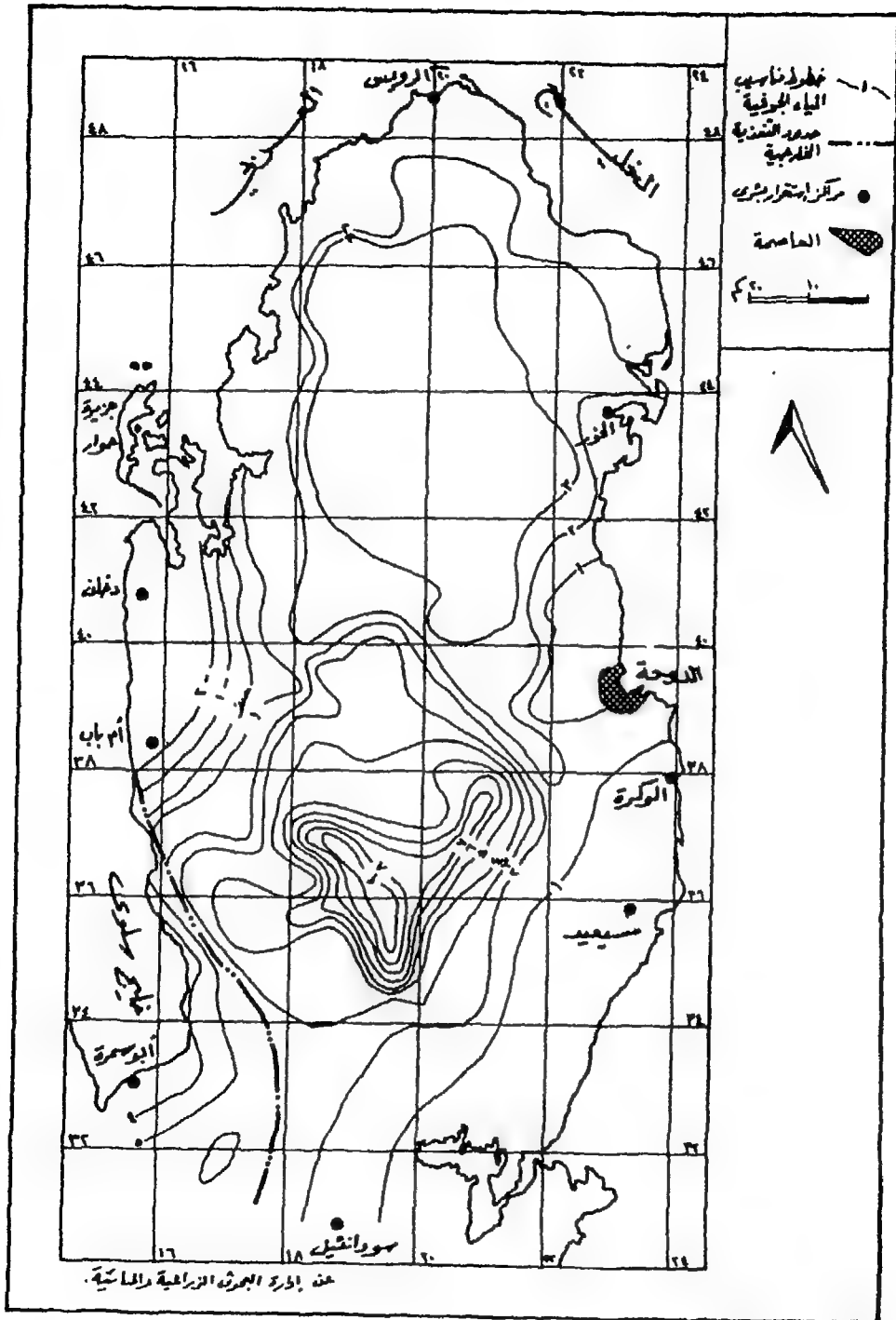
وتراجع باتجاه اليابسة في المناطق التي تنعدم فيها حالة التوازن بين ما كسبته من التغذية وما فقدته من التصريف (مقارنة الداخل بالخارج) (Recharge and discharge or Input and Output).

٤- يبدو لي أن قيم مناسيب المياه الجوفية التي تراوحت بين (١٢ و ٥) م في خريطة عام ١٩٥٩ (رقم ٦-٢٥)، والتي تحددها الإحداثيات (٢٠-٢٢) شرقاً، (٤٠-٤٢) شمالاً وتلك التي يمر بها الإحداثيان (٢٠) شرقاً، (٤٨) شمالاً، قد اختفت تماماً من خريطة مناسيب المياه لعام ١٩٨٠ (رقم ٦-٢٦)، وحل مكانها خط تساوي مناسيب (٢) م أو ربما أقل، والسبب في ذلك يرجع كما ذكرنا إلى الإفراط في استخراج المياه الجوفية لأغراض منزلية أو لأغراض زراعية.

ومن استعراض خريطتي خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية التي أصدرتها إدارة البحوث الزراعية لعامي ١٩٧١، ١٩٨٨ (الخريطتان رقماً ٦-٢٧، ٦-٢٨) سنلاحظ ما يلي:

١- يبدو أن مناسيب عدسة المياه الجوفية الشمالية التي تتراوح في عام ١٩٧١ بين (٩ و ٣) أمتار، تغطي المنطقة التي تمتد بين الإحداثيين (٤٠، ٤٧) شمالاً تقريباً، وبين الإحداثيين (١٨ و ٢٢) شرقاً، اختلف الوضع في عام ١٩٨٨، حيث تقلصت المنطقة نتيجة السحب المتزايدة من الآبار والاستهلاك المفرط المواكب لعملية التطور الزراعي والتزايد السكاني، وبدأت تنكمش في رقعة باستثناء بعض الألسنة التي تقع بين الإحداثيين (٤٢، ٤٥) شمالاً وبين الإحداثيين (١٨ و ٢٢) شرقاً، وقد عمل ذلك لحساب فئة المناسيب التي تتراوح بين (٣ و ١) م، حيث انتشرت هذه الفئة من الإحداثي (٤٢) شمالاً فيما بعد عام ١٩٧١ لتبلغ إلى ما هو الحال عليه في عام ١٩٨٨، وبذلك أحاطت بالفئة التي تتراوح بين (٣ و ٢) م، وبلغت أقصى امتداد لها نحو الشمال حتى الإحداثي (٤٨) شمالاً، وربما تعدته في بعض المواقع.

٢- في الجزء الجنوبي الغربي تتراوح مستوى الماء الجوفي في عام ١٩٧١ كذلك بين (٩ و ٣) م فوق مستوى سطح البحر، وتمتد هذه الفئة بين الإحداثيات (٣٤ و ٤٠) شمالاً، (١٦ و ٢٢) شرقاً، يتبع هذه الفئة شريط ساحلي طولي يمتد بين الإحداثي (٣٢-٣٦) شمالاً، وتتراوح المناسيب فيه بين (٤ و ٥) م، ولهذا



شكل رقم (٦-٢٧) خريطة مناسيب المياه الجوفية (١٩٧١) لشبه جزيرة قطر

الشريط علاقة وصللة بحركة المياه الجوفية القادمة من العربية السعودية، يختلف الوضع في عام ١٩٨٨، إذ يبدو أن شبه جزيرة قطر شهدت خلاله أمطارا غزيرة وخاصة مناطق جريان البطنة والوكرة والجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الريان ووسط منطقة الجميلية، ولهذا امتدت السنة من هذه الفئة باتجاه الجنوب الشرقي والشمال الشرقي والشمال الغربي لتصبح أكثر اتساعا مما كانت عليه في عام ١٩٧١، بحيث تحتل منطقة تمتد بين الإحداثيات (٣٣ و ٤٠) شمالا، (١٧ و ٢٣) شرقا، ومن الجدير بالملاحظة أن هذا الاتساع كان على حساب الفئة التي تتراوح فيها مناسيب المياه الجوفية بين (٢ و ١) م، كما أن منسوب المياه الجوفية في أقصى الطرف الجنوبي الغربي انخفض مترا واحدا خلال فترة (١٨) عاما والسبب في ذلك يرجع إلى الاستغلال المكثف للمياه الجوفية في منطقة وادي العريق، وأن التغذية الأفقية لم تكن بالدرجة الكافية التي تؤدي إلى نوع من التوازن لتعوض الكمية المستهلكة.

٣- يبدو أن فئة المناسيب الثالثة من (١-٢) م التي كانت سائدة في منطقة الدوحة اختفت وحلت محلها الفئة التي تقل عن (١) م، كما أن ذات الفئة التي كانت عبارة عن شريط ضيق يمتد إلى الغرب من الدوحة اتسعت في وسط قطر على حساب الفئة الثانية (٢-٣) م وذلك نتيجة استنزاف المياه الجوفية من آبار الشيحانية والعطورية والحريب ومنطقة الصنع.

٤- رغم أننا لم نتمكن من الحصول على خرائط حديثة لمناسيب المياه الجوفية وحجبها لسبب أو لآخر، إلا أن المؤشرات السابقة تنبئ بأن هذه المناسيب في تذبذب مستمر من عام إلى آخر، وأنها لم ولن تكون أحسن حالا فيما بعد عام ١٩٨٨ عن السنوات السابقة لها، بل ربما تكون أكثر تدهورا لأسباب منها تزايد أعداد السكان، وتطور المساحات الزراعية، والتركيز على تطوير عدد من الصناعات المرتبطة بالغاز الطبيعي، ومع ذلك فإن إصدار القوانين المنظمة لعمليات حفر الآبار، واستغلال المياه الجوفية، والإشراف الفاعل على المزارع وتنظيم عمليات الري واستخدام طرائق حديثة للحد من الاستنزاف العشوائي لها مما قد يحافظ على المستويات الحالية إذا لم تسمح بزيادتها.

ب/ ٦ التغيرات التي حدثت في مستويات المياه الجوفية:

لعل ما سبق يمهّد لدراسة التغيرات التي حدثت لمناسيب المياه الجوفية خلال الفترة بين (١٩٧٢ و ١٩٨٨) كي نعزز ما ذهبنا إليه من تعليقات سبق وأن طرحناها في الصفحات الفائتة، وسنستخدم مجموعة من الخرائط أهمها:

* خريطة التغير في مستوى المياه الجوفية للفترة (١٩٧٤-١٩٨٠).

* خريطة خطوط تساوي التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧١-١٩٨٢).

* خريطة التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨).

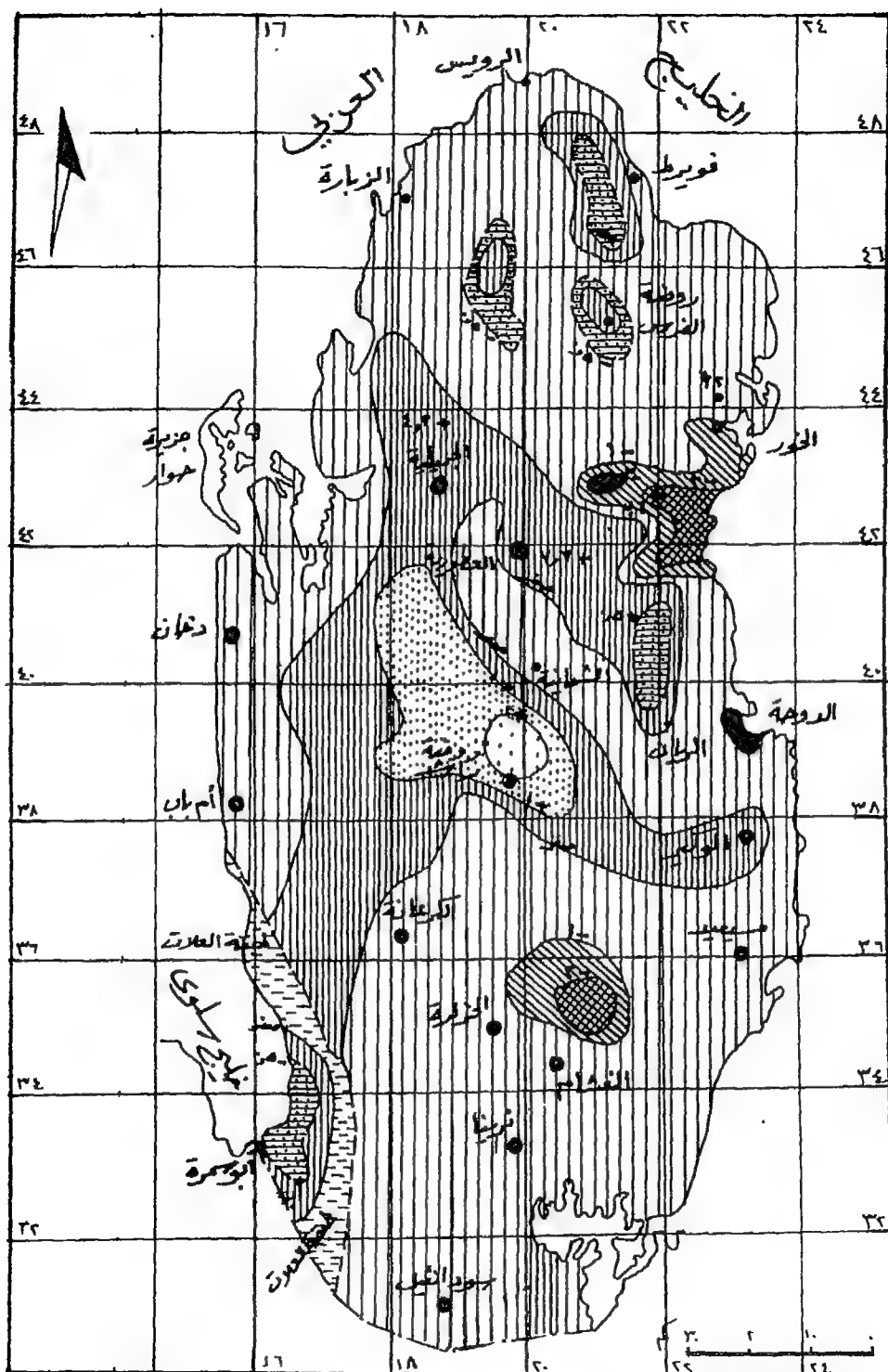
فمن واقع (الخريطة الأولى رقم ٦-٢٩) نستخلص التالي:

١- حدوث تغيرات مجهرية خلال الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠)، فيما حدثت التغيرات الرئيسية قبل عام (١٩٧٤) وذلك بسبب التوسع الزراعي الأفقي وبالتالي استغلال المياه الجوفية من الآبار القديمة وحفر آبار جديدة لتواكب هذا التوسع وتفي بالاحتياجات.

٢- بإجراء مقارنة بين خريطتي التغير في المناسيب والتوصيل الكهربائي (E.C.) نلاحظ أن أعذب المياه الجوفية تظهر في منطقتي البثرين اللذين يرمز لهما بالدائرة والمستطيل المفرغين على التوالي (○ □) (خريطة رقم ٦-٢١)، هذان البثران يقعان في منطقة الخور، الأول يقع إلى الشمال من الإحداثي (٤٤) شمالاً إلى الغرب بحوالي (٦) كم من خور الذخيرة ويحمل رقم (١)، والآخر يقع إلى الشمال من الإحداثي (٤٢) شمالاً، ويمر به الإحداثي (٢٢) شرقاً، ويبعد عن سميصة باتجاه الغرب في خط مستقيم بحوالي (٨) كم تقريباً ويحمل رقم (٥)، وحيث إن الفواقد من المياه الجوفية التي أعيد شحنها ما زال محتملاً، فإنها قد صانت من الضياع أكثر من (٢) م خلال الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠).

٣- أوضحت الخريطة أن مناطق الغشامية (بين السدرية والقعاية) والعطورية والريان وروضة راشد تظهر درجة طفيفة من استعادة جزء بسيط من منسوب المياه الجوفية حيث تسجل تغيراً يتراوح ما بين (+٠,٥ و +١,٠) م، ومع





مصدر: إكسپرس، ١١٠، ص ١٠

شكل رقم (٦-٢٩)

خريطة تغير مستوى الماء الجوي للفترة (١٩٧٤ - ١٩٨٠)

التوسع في منطقة حقول آبار المياه الجوفية، واستخدام طرائق وأساليب حديثة وتقنينة في استخراج المياه الجوفية، ارتفع منسوب المياه الجوفية في منطقة الجميلية شأن المناطق السابقة.

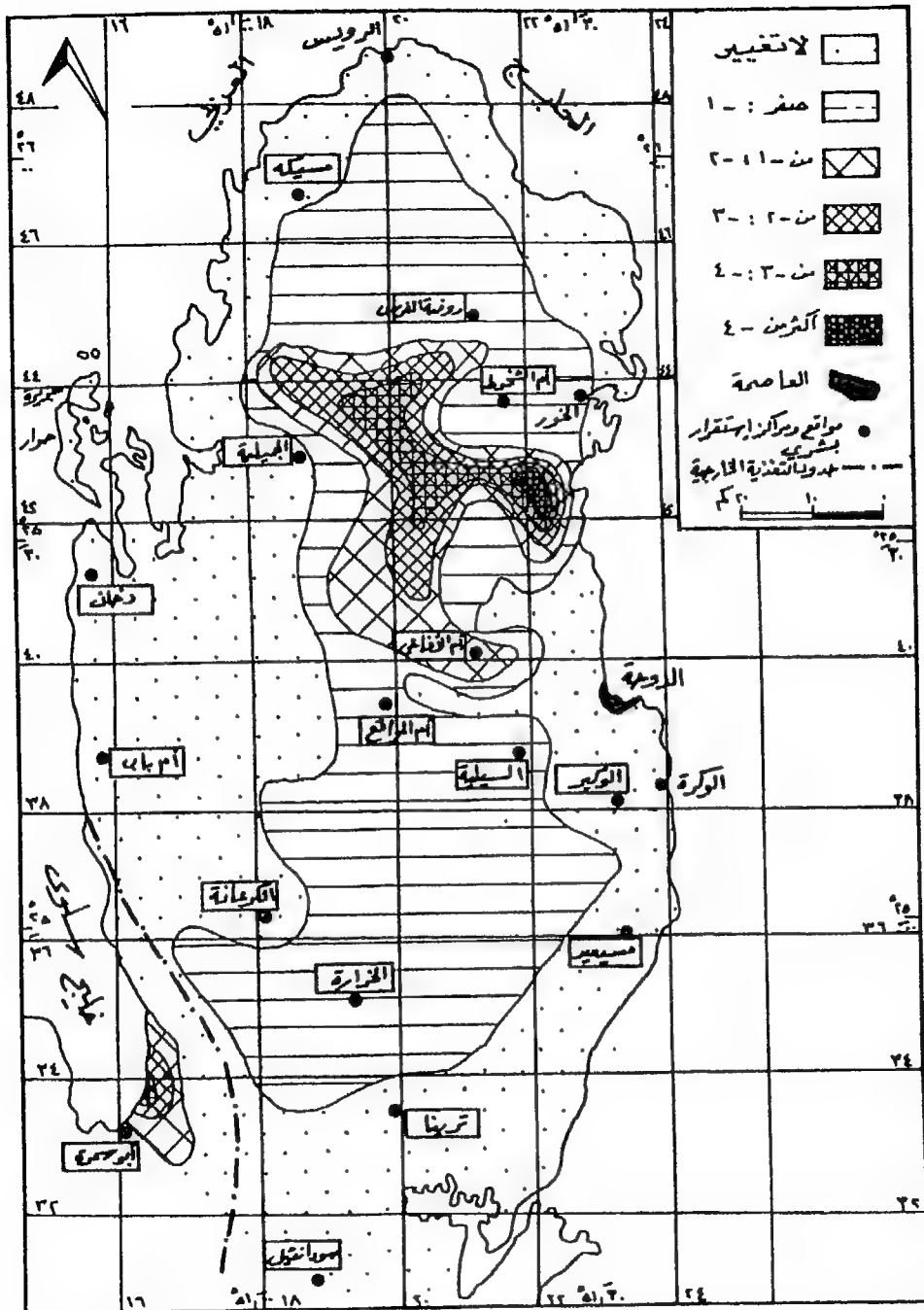
٤- من الملاحظ أن تغيرات قليلة حدثت لمنسوب المياه الجوفية في جنوب شبه جزيرة قطر، هذه التغيرات شملت انخفاضاً طفيفاً في جسم المياه الارتوازي Artesian Head لطبقة العلات الخازنة للمياه في منطقة أبوسمرة، وهي ذات مغزى لأن طبقة الأمان المنتجة لهذا المصدر باتت مهددة، مما يحتم علينا إعادة النظر في كيفية الاستغلال.

٥- يبدو أن المنطقة الواقعة إلى الشمال الشرقي من الحرارة شهدت انخفاضاً في منسوب المياه الجوفية بلغ (٢-) م وفق القياسات التي تمت للبئر رقم C2a أي رقم (١٢) في (الخريطة رقم ٦-٢١) ويعتقد بأن السبب في ذلك هو العشوائية والشذوذ الذي يحدث لسقوط الأمطار، وبالتالي ثمت تغذية المياه الجوفية، إذ من الملاحظ في هذه المنطقة أنه لم تحدث إلا تغيرات قليلة في نظام استخراج المياه الجوفية.

ومن قراءة خريطة تغير مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٨٢-١٩٧١) (خريطة رقم ٦-٣٠)، نلاحظ الخصائص التالية:

١- يبدو أن التركيز ينصب في هذه الخريطة على عدسة الحوض الشمالي من ناحية وأقصى جنوب غرب قطر (منطقة أبو سمرة) من ناحية ثانية، إذ تغطي المنطقتين خطوط تساوي مناسيب المياه الجوفية بينما تملأ بقية المناطق إلا من خط تساوي منسوب صفر الذي يتوغل نحو الداخل من الساحل الغربي بشكل يلفت الحفيظة، بحيث يضع المنطقة الواقعة إلى الغرب منه في حالة من التوازن ما دام لم يحدث أي تغيير في المنسوب، إذ ينطبق على المنطقة الساحلية والجنوب القطري خاصة إلى الجنوب من ترينا، والمنطقة الشريطية التي تمتد إلى الغرب مباشرة من الدوحة حتى أم المواقع، وتقع ضمن الربع الذي تحده الإحداثيات (٣٨-٤٠) شمالاً، (٢٠-٢٢) شرقاً.





مصدر: هيئة المساحة الجيولوجية، ١٩٨٥ م

شكل رقم (٦-٣٠)

خريطة خطوط التغير المتساوية في مناسيب المياه الجوفية
للفترة ١٩٧١ - ١٩٨٢

٢- تغطي الحوض الجوفي الشمالي الذي تبلغ مساحته (٢١٨٠) كم^٢ (٤) فئات من خطوط تساوي التغير في المناسيب، وجميع الإشارات بالسالب، وتتراوح قيمها بين (-١ و -٢) م، وتتركز القيمة القصوى (-٤) م على الساحل الشرقي إلى الشمال من وادي الواسعة، وضمن الإحداثيان (٤٢) شمالا، (٢٢) شرقا وهي المنطقة التي أشار إليها إكلستون في خريطته، وتعتبر من أعذب المياه الجوفية، وأن الفواقد منها إلى البحر ما زال قائما.

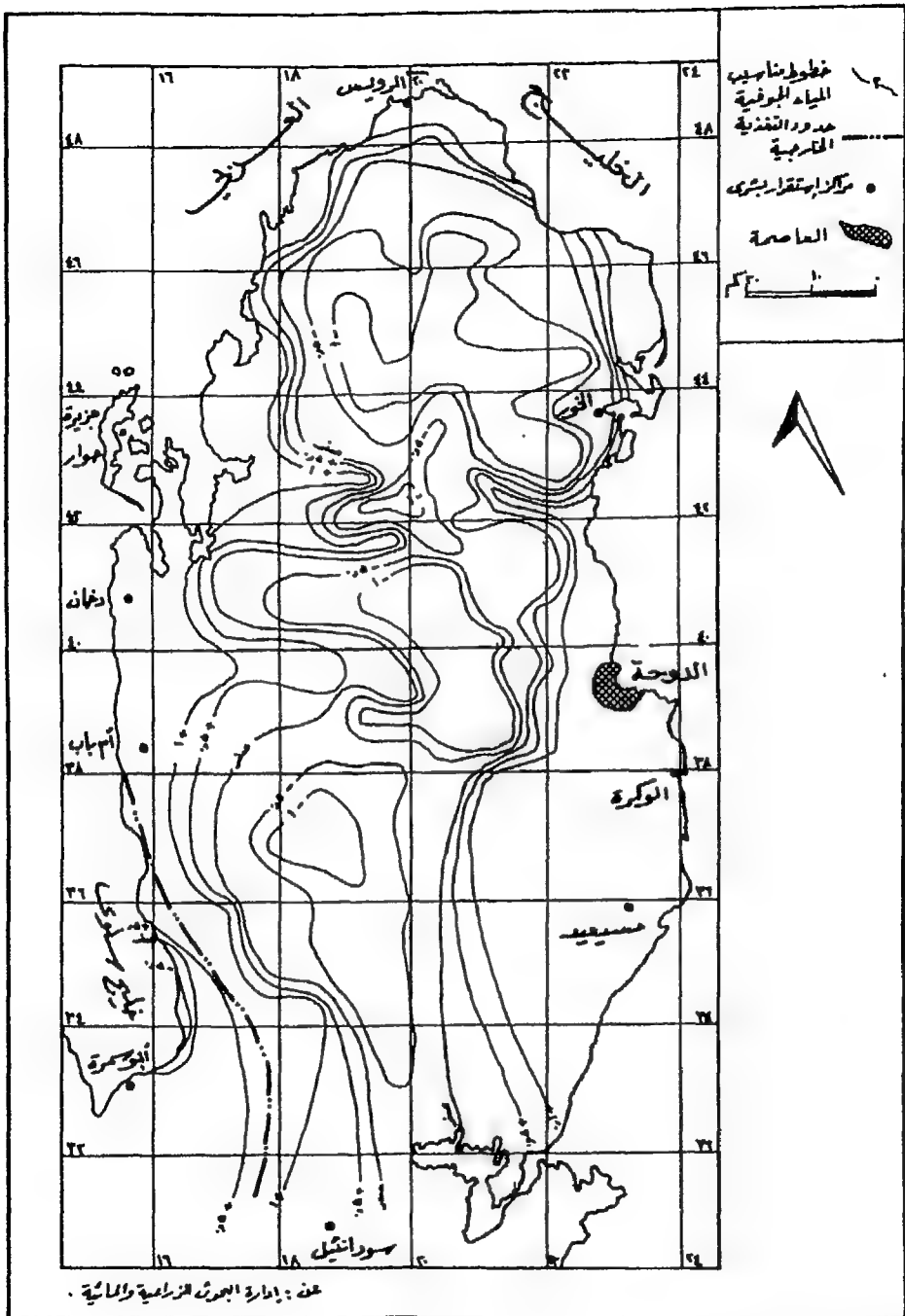
٣- يبدو أن المنطقة الجنوبية الغربية الواقعة في وادي العريق ضمن تكوينات العلات شهدت تغيرات في مناسيب المياه خلال الفترة (١٩٧١-١٩٨٢) تختلف عما كانت عليه في الفترة (١٩٧٤-١٩٨٠)، حيث نلاحظ أن مدى التغير يتراوح بين (-١ و -٣) م، ويعني هذا أن استغلال المياه الجوفية بات يهدد بتدهورها إذا لم تُتَّبع أساليب حديثة بهدف التقنين والحفاظ عليها.

ومن خريطة التغير في مناسيب المياه الجوفية للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨) (رقم ٣١-٦)، نلاحظ ما يلي:

١- هناك مجموعتان تمثلان مقدار التغير في مناسيب المياه الجوفية، مجموعة تضم الفئات الموجبة وتتراوح قيمها بين (صفر و +١)، ومجموعة تضم الفئات السالبة وقيمها تبلغ بين (صفر و -١).

٢- المجموعة الموجبة الأولى تسير بفئاتها خط الساحل وخاصة الفئة الموجبة التي تزيد على (+١)، هذه الفئة تضيق في بعض المناطق وخاصة الأجزاء الشمالية، وقد تختفي بشكل واضح كما هو الحال في منطقة فويرط ورأس لفان، وقد تتسع على حساب الفئتين الثانية والثالثة، ويظهر ذلك في مناطق السبخات الساحلية منها والقارية كالنقيان وسبخة دخان وسبخة فيشاخ، وفي مناطق انتشار الكثبان والفرشات والخيوط الرملية، علاوة على حلبة دخان وامتدادها البنيوي نحو الجنوب الشرقي.

٣- يبدو أن فئات المجموعة الأولى تعمق صوب اليابسة في أربعة مواقع، ثلاثة منها تمتد على الجانب الغربي للقوس القطري صوب الشرق حتى الإحداثي (٢٠) شرقا، الأول قبالة سبخة دخان، والثاني من جنوب شرق دوحه



شكل رقم (٦-٣) خريطة غطوط التغير المتسارية في مناسيب المياه الجوفية للفترة ١٩٧٢-١٩٨٨ في شبه جزيرة قطر (بالمتر)

الحصين، بينما يخرج الثالث من الجهة الشرقية لدوحة فيشاخ باتجاه الجميلية فالصنع، أما الرابع فيمتد من أمام سميصة باتجاه الغرب متفقا تقريبا مع الإحداثي (٤٢) شمالا، وينسجم مع ما أورده إكلستون في خريطته.

٤- مجموعة الفئات السالبة تتمشى مع القوس القطري وتحاذيه على الجانبين ولكن في قطاعات أربعة، ومعظمها يتخذ محورا شمالي غربي - جنوبي شرقي، وخاصة الفئات التي تتراوح قيمها بين (-٠,٥ و ١,٠)م، وهي بلاشك تمثل المناطق الرئيسة لاستغلال المياه الجوفية سواء للأغراض الزراعية أم للأغراض المنزلية أم لأغراض صناعية، وبالتالي تتعرض مياه الآبار فيها للاستنزاف بالقدر الذي لاتمكن الأمطار الساقطة حياله خلق حالة من التوازن مما يؤدي إلى انخفاض مناسيبها سنة بعد أخرى.

٥- ليست المياه الجوفية التي تحتضنها طبقة العلات في الجزء الجنوبي الغربي بأوفر حظا من طبقات الرس وأم الراضومة، إذ تعاني هي الأخرى من تغيرات في مناسيب مياهها الجوفية سلبا، حيث تسجل الخريطة انخفاضاً بلغ في حدود (-٠,٥) م، وذلك في الفترة ما بين (١٩٧٢ و ١٩٨٨).

ج/ ٦ حركة المياه الجوفية: Groundwater Movement

سنعالج في هذه العجالة تدفق المياه الجوفية في شبه جزيرة قطر مع الإشارة إلى حركة المياه الجوفية الإقليمية كلما سنحت الظروف لذلك، وسنسترشد كذلك بخرائط مناسيب المياه الجوفية التي سبق لنا تفسير معطياتها، ونستعين ببعض آبار المراقبة التي قد تفيد في تعزيز ما نذهب إليه من تعليقات، وعلى هذا الأساس نرصد في النقاط التالية خصائص حركة المياه الجوفية وأسبابها:

١- المياه الجوفية في حركة دائمة، فالحركة تبدأ من مناطق التغذية (أي من المناطق التي تنفذ إليها مياه الأمطار من السطح إلى باطن الأرض)، إلى مناطق تصريف المياه الجوفية (حيث تنبثق المياه إلى سطح الأرض على هيئة ينابيع أو استخراجها من الآبار، ولهذا تتحكم الظروف الجيولوجية والهيدروليكية بحركة المياه (Waltz, J., D., 1979, P. 265).



٢- يتضح من خريطة ١٩٥٨ (رقم ٦-٢٥)، التي تشير إلى حالات من شبه الثبات، أن المياه الجوفية تنساب في حركتها من وسط شبه الجزيرة باتجاه الساحل أي صوب الشمال والشرق والغرب، وهذا النمط من الانسياب يتبع في حركته تقريبا طبوغرافية السطح، وخطوط تساوي الملوحة Isosalinity Contours ذات التدرج المتماثل Similar Gradients.

٣- كان من نتائج تركيز استخراج المياه الجوفية في نطاق حقول الآبار وفي مناطق الزراعة وخاصة الجزء الشمالي والشرقي من قطر، وفي المناطق التي تسبب في التغيرات، منها نضوب Depletions بعض الآبار الذي تسبب في خفض مستوى مياه الرس الجوفية دون مستوى سطح البحر، أن تم تعديل في تدفق المياه الجوفية واتجاه حركتها، والدليل على ذلك شكل التغيرات الكثيرة في خطوط تساوي مستوى المياه الجوفية Water Table (خريطة رقم ٦-٢٩).

٤- لم يتضح في حوض المياه الجوفية الشمالي تناقص عام Decline في الآبار العميقة التي سبرت أغوار طبقات أم الراضومة؛ لأن استخراج المياه الجوفية أدى إلى تناقص مخزون المياه العذبة، فحدث بالتالي رشح رأسية لطبقة المياه المختلطة (العذبة + المالحة) التي تفصل بين السطحين Interface حالما تناقصت مياه الطبقة العليا من تكوين الرس التي تعلو طبقة أم الراضومة. فالآبار التي حفرت ضمن تكوين الرس - على سبيل المثال - تبدي تناقصا أكثر حدة وذلك بسبب ظروف الإعاقة Aquitard Conditions التي تتميز بها بعض الطبقات الموجودة عند قاعدة تكوين الرس، أو تلك الموجودة في مناطق معينة من تكوين أم الراضومة (إكلستون، ١٩٨١، ص ١٠/١٧).

٥- لمناسيب المياه الجوفية - في النطاق الذي يمتد من الدوحة حتى دخان عبر الريان وروضة راشد وأم باب - احتمال علاقة بمظهرين من مظاهر حركة المياه الجوفية، تبدأ الحركة الأولى من روضة راشد باتجاه الدوحة لتحل محل المياه الجوفية التي تم استخراجها على طول الممر الواصل بين الدوحة وروضة راشد في الماضي القريب Recent Past، فاستخراج المياه المتواصل تسبب في حركة جانبية Laterally حيث تراجعت كتلة المياه العذبة صوب اليابسة Inland مما سمح بتغلغل مياه البحر المالحة Incursion، وفي حركة رأسية Vertically

حيث حلت المياه الجوفية لتكوين أم الراضومة محل كتلة المياه العذبة التي استنزفت، أما الحركة الثانية فهي باتجاه الغرب أي نحو منخفض سبخة دخان، حيث ينخفض مستوى المياه الجوفية في حدود (٢) م عن منسوب سطح البحر.

ولتفسير ذلك نسترشد بخريطة قيم مقاومة المياه الظاهرة بقرب السطح و Apparent Resistivity حيث تشير إلى وجود منطقة ضمن هذا المر تزيد فيه المقاومة على (١٦) أوم/ المتر، ولكننا إذا استعرضنا الخريطة الجيولوجية يتبين لنا أن هذا الوضع الشاذ قد يعزى إلى وجود مساحات كبيرة من الرمال الهوائية ذات المقاومة العالية، تغطي الطرف الجنوبي من السبخة، فتخفي بذلك الظروف السطحية، أما الرقعة المساحية الصغيرة التي تبدي فيها المياه مقاومة ظاهرية عالية إلى الشمال الغربي من الدوحة فتعزى إلى وجود مرتفع أرضي يزيد ارتفاعه على (٢٠) م فوق منسوب سطح البحر يقع بقرب معسكر الدحيل، مما تضطر معه المياه الجوفية ذات الملوحة العالية أن تنسل من تحته صوب عدسة المياه العذبة المستنزفة التي تقع أسفل منه.

٦- يوحي نمط خطوط تساوي مستوى المياه الجوفية بالقرب من الساحل الشمالي الغربي (بين الإحداثيين ٤٤ و ٤٦ شمالاً) بتدفق للمياه الجوفية والتي يمكن أن تكون قد زودت هذه المنطقة التي تعيش فيها القشريات السمكية ذات الإنتاج الغزير prolific Shrimps بغذائها (إكلستون، ١٩٨١، ص ١٠/١٨).

٧- يبدو أن تدفق المياه الجوفية ضمن طبقة العلات في الجزء الجنوبي الغربي يتجه صوب الشرق - الشمال الشرقي متفقا بذلك مع النمط الإقليمي حيث يؤر استخراج المياه الجوفية واستنزافها، وتعزز هذا الاتجاه خطوط تساوي الملوحة، بيد أن ذروة مستوى المياه الجوفية التي بلغت (+٥) أمتار في المنطقة الواقعة بين البثرين في وادي العريق تشير إلى اتجاهين للمياه، أحدهما نحو الشمال الشرقي، والآخر نحو الجنوب الغربي إلى خليج سلوى، فربما لهذا الجانب غير المألوف عن الاتجاه الإقليمي العام علاقة بالتباين في سمك طبقات تكوين العلات الخازنة للمياه، وفي نوعية صخورها Lithology، وفي مساهمتها التي يتراوح تسرب المياه عبرها بين (١٥, ٤٥ و ٨٩, ٣٠) م/اليوم.



٨- يتضح أن غمط التدفق الظاهري في حوض المياه الجوفية الجنوبي، وعلى وجه التحديد جنوب الخط الواصل بين الدوحة وأم باب يرسم صورة أكثر تعقيدا Rendered مما عهدناه لعوامل منها:

(١) قلة المناطق الزراعية النشطة The Paucity وبالتالي محدودية وطبيعة تبثر الآبار التي يمكن الاعتماد عليها في مراقبة تدفق المياه الجوفية.

(ب) قلة كثافة المنخفضات وصغر حجمها وما يتجمع فيها وتحت طبقاتها من خزانات المياه الجوفية الصالحة للشرب.

(ج) تدني قيم مسامية طبقات الرس الخازنة للمياه أفقيا ورأسيا لدرجة أن التغذية المباشرة وغير المباشرة لا تتوزع Dissipated كي تشكل وحدة شاسعة من المياه الجوفية.

(د) يبدو أن العلاقة بين بيانات ملوحة المياه الجوفية ومستوياتها مشوشة ومتناقضة Confused and Contradictory، فمناسب المياه الجوفية العالية في الحرارة - على سبيل المثال - تتوافق مع Coincide ملوحة المياه الجوفية المتدنية، بينما تتركز في الكرعانة ملوحة متدنية للمياه الجوفية ضمن رقعة تتميز بمنايب متدنية كذلك.

د/٦ الخواص الهيدروليكية لصخور خزانات المياه الجوفية:

نعالج هنا الخواص الهيدروليكية للطبقات الحاوية للمياه الجوفية حيث نركز على معاملات الانتقالية Transmissivities والنفاذية Permeabilities والتخزين Storage وكذلك السعة النوعية Specific Capacity اعتمادا على الدراسات التي أجراها إكلستون وآخرون، وإبراهيم حرحش وعبد الرحمن محمد يوسف، والخرائط المصاحبة لذلك.

وقبل أن نسترسل في دراستنا لمجموعة هذه الخواص لابد لنا أن نعرفها كي تتضح الصورة:

المصطلحان الأول والثاني لهما علاقة بخواص الطبقات الصخرية الحاملة للمياه.

والمصطلحان الثالث والرابع يرتبطان بخواص إنتاجية الطبقات الحاوية للمياه.



* فالانتقالية: يرمز لها (T) وتمثل حاصل ضرب التوصيل الهيدروليكي (HC) وسمك القطاع الذي يحوي المياه الجوفية، وتعني معدل انسياب المياه أو سريانها تحت تأثير وحدة الممال الهيدروليكي Hydraulic Gradient Unit عبر قطاع مستعرض لعرض الوحدة Unit Width على السمك الكلي للطبقة الخازنة للمياه الجوفية.

* والنفذية: (P) عبارة عن مقياس مقدرة الصخور أو التربة للسماح بانتقال المياه تحت تأثير معدل تدرج الضغط Pressure Gradient، بيد أن نفاذية وحدة صخرية حاملة للمياه الجوفية في الطبيعة تعني التوصيل الهيدروليكي (HC)، وهي تتضمن في هذا التعريف إضافة إلى خواص الطبقات الصخرية الخازنة للمياه خواص المياه الجوفية الطبيعية.

* سعة التخزين (S) تمثل حجم المياه التي تتخلص منها Released طبقة حاوية للمياه في وحدة مساحة سطحية في وحدة تغير الجسم (الكتلة) الهيدروليكي Hydraulic Head.

* السعة النوعية (FC) ويطلق عليها السعة الحقلية Field Capacity لأن لها علاقة بنسيج التربة التي إذا ما تشبعت أولاً بالمياه فإنها تسمح بالتالي إلى تصرف المياه تحت تأثير الثقل النوعي (الجاذبية) Gravity إلى أن تتوقف حركة المياه باتجاه باطن الأرض Downward، ولذا نعت التربة في هذه الحالة بأنها تحتفظ بطاقتها التخزينية من المياه Holding، (Strahler, A.N. and Strahler, A.H., 1978, P. 151).

لم تقتصر دراسة الخواص الطبيعية على طبقة خازنة للمياه دون الأخرى، وإنما شملت مختلف الطبقات الصخرية، ويقدر ما توافرت الآبار الاختبارية الممثلة لهذه الطبقات، بقدر ما كانت البيانات والمعلومات ذات جدوى في رسم صورة واضحة وجليّة عن هذه الخواص، وسنحاول فيما يلي دراسة هذه الخواص من خلال الطبقات الصخرية لسهولة المقارنة بينها:

١/٦ الخواص الهيدروليكية لوحدة طبقات عضو أبروق (العلات):

أوضحت نتائج عمليات الضخ التي أجريت للبئر P32 الواقع في منطقة وادي العريق جنوب غرب قطر، والذي يخترق طبقات عضو أبروق (العلات) العائد للدمام الأعلى مجموعة الخواص الهيدروليكية نوردتها في الجدول التالي:



جدول رقم (٦-٣٠)

نتائج اختبار طبقة أبروق (العلات) الخازنة للمياه الجوفية(*)

النفاذية م/اليوم	معدل السريان م ^٢ /اليوم	معامل التخزين	الزمن (دقيقة) باللوغاريتم
١٥,٤٥	١٥٦	$10^{-1} \times 16,3$	١,٠ - ٠,٠١
١٦,٨٣	١٧٠	$10^{-1} \times 2,٥$	١,٠ - ٠,٠١
٢١,٢٩	٢١٥	$10^{-1} \times 21,٧$	١,٠٠ - ١,٠٠
١٦,٣٤	١٦٥	$10^{-1} \times 1,٠$	١,٠ - ٠,٠١
٣٠,٨٩	٣١٢	$10^{-1} \times ٧,٣$	١,٠٠ - ١,٠٠
القيم المقبولة	٢٠,٠٠	٢٠٠	$10^{-1} \times ١,٠$

(*) المصدر: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ٥٣/١٠، جدول رقم 10.3.

من (الجدول السابق رقم ٦-٣٠) نستخلص الخصائص التالية:

١- استخدم إكلستون طريقتين في إجراء الاختبار، هما طريقة Chow وطريقة Jacob، واعتمد لوغاريتم أجزاء الدقيقة في تحديد معدل التدرج الهيدروليكي.

٢- تقع معدلات السريان ضمن طبقة أبروق في قطر بين (١٥٦-٣١٢) م^٢/اليوم ولكنها في منطقة كثاف بالسعودية تبلغ (٣١١) م^٢/اليوم، وفي الحسا تصل إلى (١٧,٣) م^٢/اليوم، وهذا يعني أن النتائج تظهر انخفاضاً في القيم بالاتجاه صوب الجنوب مما قد يوحي بحدوث تغيرات في السحنات الإرسائية (إبراهيم حرحش، وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص ٥١).

٣- يبدو أن طبقات عضو أبروق ذات مسامية عالية شأنها في ذلك شأن طبقة العلات في العربية السعودية وطبقة الخبر في البحرين، ورغم ذلك فإنها تختلف من أفق إلى آخر، هذا التباين في المسامية بالتعاون مع بعض الخصائص الجيولوجية كسمك الطبقات رأسياً وأفقياً، ونوعية الصخور أثر على حركة المياه الجوفية التي تحتضنها طبقة أم الراضومة بقدر ما أثر على مناسيبها سواء باتجاه الشمال الشرقي أو الجنوب الغربي، مما أدى إلى إظهار وضع يبدو أنه غير مألوف Anomalous.

٤- من الجدير بالملاحظة أن التباين في حجر جير أبروق جيولوجياً وليثولوجياً أفرز خواص طبيعية متباينة، وهذا ما يوضحه الجدول التالي:



جدول رقم (٦-٣١) (*)

نتائج اختبار آبار المياه الجوفية الضحلة لطبقة عضو أبروق

رقم البئر	العمق الكلي (متر)	العمق المشيع (متر)	السعة النوعية (م ^٣ /اليوم)
C16	٢٢,٦	٧,٧	١٣٤١
C17	٣١,١	١٤,٣	جاف
C14	٤٤,٢	١٠,٥	٢٩٧
C15	٣٥,٧	١٤,٩	٨٠,٥
C13	٢٩,٠	٢٤,٤	٥٥٩
C11	٣٥,١	١٨,٣	١٩,٧
C10	٣٩,٦	١٦,٨	٣,٢
C12	٧٩,٢	١٨,٣	٨,٩

(*) المصدر: عن إكلستون، ١٩٨١، ص ٥٣/١٠، جدول رقم 10.4.

ومن الجدول و(شكل رقم ٦-٢١) يتبين أن السعة النوعية Specific Capacity لطبقة أبروق الجيرية الخازنة للمياه الجوفية تتفاوت بين (٣,٢-١٣٤١) م^٣/اليوم، وهي مؤشرات تؤكد على المدى الشاسع Wide Range بين القيم، مما يجيز لنا التنبؤ بالتفاوت في خصائص الحجر الجيري ضمن منطقة انتشار عضو أبروق في الجنوب الغربي من قطر، هذه المنطقة -التي أجري الاختبار على آبارها- تقع ضمن الإحداثيين (١٦ و ١٨) شرقاً، وتمتد بين الإحداثيات (٣٢ و ٣٥) شمالاً، تبدي تدرجاً متبايناً بين الشمال والوسط والجنوب، فالبئر التي حفرت في أقصى جنوب المنطقة (C16) ورمزه (Δ) سجلت سعة نوعية بلغت (١٣٤١) م^٣/اليوم، بينما سجلت البئر رقم (C10) ورمزه (Δ) -تقع على الساحل شمال أبوسمرة- أدنى قيمة بلغت (٣,٢) م^٣/اليوم، هذا التباين قد يوحي لنا إضافة لما سبق بأن طبقات أبروق الجنوبية تتميز بنفاذية عالية تتراوح ما بين (٢٢٦ و ٥٦٦) م^٣/اليوم وبالتالي ترتفع بها معاملات الانتقالية (السريان) بحيث تتراوح بين (١٧٤٠-٤٣٥٨) م^٣/اليوم، هذه الخصائص تسمح باستقبال ما يتدفق إقليمياً من العربية السعودية، مما أدى إلى تزايد قيم السعة النوعية وارتفاع مستوى الماء الجوفي وانخفاض معدلات الملوحة ممثلة في المواد الصلبة الذائبة TDS.

أما طبقات أبروق الشمالية والتي تمثلها البئر رقم (C10)، فإن مياهها تبدو غوراً، ونفاذية صخورها تتراوح بين (٠,٢ و ٠,٦) م^٣/اليوم، ومعاملات

الانتقالية بين (٤، ٣ و ٥٧) م/اليوم، هذه الخصائص قد تكشف عن مدى التباين بين آفاق النوع الصخري الواحد الأمر الذي ينبئ بضخولة الخزان الجوفي لهذه الطبقات، أضف إلى ذلك ما قد يتسرب من مياهه إلى خليج سلوى. وفي وسط هذه المنطقة التي تمثلها البئر رقم (C13) فقد يكون الوضع أوفر حظا من القطاع الشمالي ولكنه أسوأ حالا من الجنوبي، فمن ملامحها أن العمق المشبع يفوقها جميعا (٤، ٢٤)م، علما بأن العمق الكلي مقارنة يعتبر أقلها، ومع ذلك تأتي هذه البئر في الرتبة الثانية من حيث السعة النوعية (٥٥٩)م/اليوم، ومعاملات الانتقالية التي تتراوح بين (٧٣٢-١٨٠٦)م/اليوم، في حين تتفوق إلى الرتبة الثالثة بالنسبة للنفاذية (٣٠) م/اليوم، ورغم ذلك تعتبر ذو نفاذية عالية، هذه الخصائص تعكس نسيجا قد يكون إلى حد ما خشنا، ومسامية قد تميز الطبقات العليا من التكوين.

- ٥- تبين من الدراسات التي أجريت في السعودية والبحرين أن طبقة العلات الماثلة لعضو أبروق في قطر طبقة حبيبية Granular، تميزها نفاذية رأسية منتظمة.
- ٦- يشير تحليل البيانات الوقتي Transient للأبار في منطقة الحزام الساحلي للعربية السعودية أن الخواص الطبيعية للمعاملات تختلف عنها في قطر، ولتوضيح ذلك، نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٢)

مقارنة بين بعض الخواص الطبيعية لطبقة العلات في السعودية وعضو أبروق في قطر

الخواص	النفاذية م/اليوم	الانتقالية م/اليوم	التخزين
السعودية	٧,٠ - ٣,٠	٢٥٠ - ١٥٠	$10 \times 5,7$
قطر	٣٠,٨٩ - ١٥,٤٥	٣١٢ - ١٥٦	$10 \times 10,٠$

توضح الخواص الطبيعية الواردة في (الجدول رقم ٦-٣٢) رغم بعض التباين في النفاذية تجانسا Homogeneity أفقيا لهذه الطبقة الخازنة للمياه.

- ٧- اعتمادا على النتائج التي تم استخلاصها من بيانات البئر رقم (p32)، والدلائل المعززة لهذه النتائج من اختبارات الآبار في العربية السعودية يمكن اختيار معدلات القيم التالية لبعض الخواص الطبيعية لطبقة عضو أبروق الخازنة للمياه الجوفية، وهي كالتالي (إكلستون، ١٩٨١، ص ٥٥/١٠):

معدل الانتقالية، معدل النفاذية الأفقية، متوسط سمك الطبقة الخازنة للمياه

٢٠٠ م/اليوم ١٣ م/اليوم ١٥ مترا

٥٢/٦ الخواص الهيدروليكية لطبقات تكوين الرس:

تبين من خلال الدراسة الجيولوجية أن تكوينات الرس لا تشاهد مطالعها إلا في مناطق محدودة، ورغم ذلك فإن طبقاتها تحت السطح تخفي موردا مائيا أعاد الحياة إلى الأرض الجرز في قطر، فثبت فيه من كل زوج بهيج، وزود السكان بقدر حاجتهم، وكان لابد حيال ذلك أن نركز إضافة إلى ما سبقت دراسته على بعض المعايير الهيدروليكية نستخلصها من واقع الاختبارات التي أجريت للآبار التي حفرت لهذا الغرض، وفيما يلي جدول لها:

جدول رقم (٦-٣٣)

نتائج اختبارات طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية

رقم البئر	كمية التصريف م ^٣ /اليوم	السعة النوعية م ^٣ /اليوم	السعة الانتقالية م ^٣ /اليوم	معامل التخزين ١٠-٤
Wimoeey 1	٦٧٤	١٣٦	٢٣	-
2	٦٧٤	١٢٩	٢٦	-
Decca 1	١١٢	-	٢	-
3	٩٦٨	-	٣٧	-
P5	٢٠٧	-	١٤	-
Al-Utoriyah 75	٤٣	-	٤٨	٠,٤
74	٤٣	-	٩٧	٠,٤
76	٤٣	-	٦٣	-
Al-Rashediah 60a	٩٥	-	٣٥	٧,٧
71	٩٥	-	٦٠	١,٢
61	٩٥	-	١٦٦	٣,٩
48	٩٥	-	١٥٠	٢,١
60	٩٥	-	٤٤	-
Umm-Sikah 2	٦٨٣	-	٢٢٨	٠,١
3	٦٨٣	-	٧١٤	٨,٦
4	٦٨٣	-	٣٨٠	٠,٨
Compined	٦٨٣	-	٦٧	٦,١
A6	١٧٠٢	٥٥٥	٤٨٠	-
A12	٦٠٥	١٩٥	١٤٠	-
A30	٦٠٥	١٢٥	٨٢	-
B3	٢٩٤	٤٥٢	٣٨٠	-
B5	٣٦٣	٢٢٧	١٧٠	-
B15	١٥٦	١٩٥	١٤٠	-
B17	٣٨٩	٥٤	٣١	-
B23	٦٦	١٢	-	-
C1	١١٢	٤٠٠	٣١٠	-
C4	٢٢٥	٩٦	٦	-
C6a	٢٢٥	٢٦	١٢	-

(*) المصدر عن: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، جدول رقم 10.5، ص ٥٩/١.

من (الجدول السابق رقم ٦-٣٣) نلاحظ ما يلي:

١- تتركز معظم الآبار التي تم اختيارها لإجراء التجارب عليها على الجناح الشرقي للقوس القطري دون الجناح الغربي، يستثنى من ذلك بعض الآبار التي تقع في الجزء الشمالي الغربي (منطقة مسيكة)، وبعضها الآخر يمثل منطقة حقول آبار (العطورية والرشيديّة)، وثالثة تمثل وسط الجنوب (الخرارة والكرعانة).

٢- باستثناء خزانات المياه الثلاثة الأخيرة، نلاحظ أن البئر A6 الواقع في الركن الشمالي الشرقي للمربع المحصور بالإحداثيات (٤٤، ٤٦) شمالاً، (٢٠، ٢٢) شرقاً وفي محيط السدريّة إلى الشمال الشرقي من روضة الفرس (خريطة رقم ٦-٢١)، يحظى بإنتاج وافر بلغ (١٧٠٢) م^٣/اليوم، وبسعة نوعية فاقت جميع آبار المقارنة في الجدول وقد بلغت (٥٥٥) م^٣/اليوم، وسجل معدل انتقالية قيمتها (٤٨٠) م^٣/اليوم، وهذا يعني أن تكوين الرس في هذه المنطقة تتميز صخوره بفراغات بينية كبيرة، مما يوحى بوجود طبقات حبيبية الرواسب، نتج عنها مسامية عالية ونفاذية مرتفعة، وربما ترتبط هذه الخصائص بعملية التفريغ الأولى Pre-Deflation التي حدثت للانهيديرايت قبل أن تتم رحزحة هذا النطاق الذي يمثل حداً فاصلاً بين تكوينات الرس الكربونية وتكوينات الرس الكبريتية المتبقية Remainder نحو الجنوب.

يعزز تعليلنا، مجموعة آبار منطقة مسيكة أرقام (٢، ٣، ٤)، والبئر ١٣٠ ويرمز له بدائرة (○) (الشكل ٦-٢١)، حيث يزيد إنتاجها على (٦٠٠) م^٣/اليوم، ومعدلات الانتقالية تبلغ (٢٢٨، ٧١٤، ٣٨٠) م^٣/اليوم على التوالي، أما معدل انتقالية المياه في البئر ١٣٠ فلم تتجاوز (٨٢) م^٣/اليوم، وهي على العموم قيم تؤكد على ما تنفرد به تكوينات الرس من مسامية ونفاذية عاليتين، أو أن المنطقة تميزها خصائص بنيوية تتمثل في الشقوق والمفاصل، كان لها أهمية كبيرة في تشكيل وضعية الطبقات الخازنة للمياه الجوفية، ومن الجدير بالملاحظة أن أحد آبار مسيكة وهو رقم (٣) سجل معامل تخزين بلغ (٨، ٦ × ١٠^{-٤}) ويقودنا هذا إلى القول بأن طاقة التخزين ما دامت تعتمد على نسيج التربة، فإن الصلصال Clay في حالتنا هذه يعتبر

أحد أهم مكونات طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية في منطقة مسيكة، بينما تتناقص نسبه وفق نتائج اختبار البثرين الآخرين حيث سجلا حسب ترتيبهما في الجدول قيمتين للطاقة التخزينية تراوحتا بين (٠,٠٠٠١ و ٠,٠٠٠٨)، وهي مؤشرات لارتفاع قيم النفاذية الأفقية.

٣- يلاحظ أن منطقة حقول الآبار ممثلة في آبار العطورية والرشيديّة، تعكس صورة قد يبدو فيها بعض التباين عما ألفناه سابقا، فكميات التصريف لكل بئر من آبار المنطقتين بلغت (٤٣، ٩٥) م^٣/اليوم على التوالي، بيد أن معاملات الانتقالية (السريان) والتخزين باتت تتفاوت من حقل إلى آخر ومن بئر إلى آخر من آبار الحقل الواحد، فأبار العطورية سجلت معايير لكل من الانتقالية تراوحت بين (٤٨ و ٩٧) م^٢/اليوم، والتخزينية بلغت (٠,٠٠٠٤)، فيما تفوقت المعايير الهيدروليكية لآبار الرشيديّة، فالانتقالية حامت حول (٣٥-١٦٦) م^٢/اليوم، والتخزينية انحصرت بين (٠,٠٠٠١٢ و ٠,٠٠٠٧٧)، وبناء عليه نلاحظ أولا: أن تكوين الرس في منطقة العطورية والرشيديّة قد تزيد فيه نسبة الرمال على حساب الصلصال، الأمر الذي يعوق نسبيا سريان المياه أو أن حركتها من مكان إلى آخر تتميز بالبطء، ويتضح لنا ثانيا: من واقع الاختبار الذي أجري على البئر رقم 60a في الرشيديّة أن طاقته التخزينية رغم انخفاض معامل الانتقالية فيه بلغت (٧,٧ × ١٠^{-٤})، وهذا يعني أن طبقات الرس التي تحتضن مياهه ربما ترتفع فيها مكونات الصلصال عن نظيراتها في الآبار الأخرى، ويتبين لنا ثالثا: أن البثرين رقمي 48, 61 الواقعين ضمن حقل الرشيديّة يتميزان بطاقة انتقالية بلغت (١٦٦، ١٥٠) م^٢/اليوم على التوالي، وهي مؤشرات تكشف عن الحجم الجببي لتكوين الرس، الأمر الذي يؤثر إيجابا على الخواص الطبيعية لهذا التكوين من مسامية ونفاذية، مما يتيح المجال أمام المياه الجوفية بحرية الحركة أفقية كانت أم رأسية ضمن حدود التكوين.

٤- الآبار التي تحمل أرقام B17, B15, B5, B3 ويرمز لها بالمستطيل الأبيض (□) تمتد بين الإحداثيات (٤١-٤٤) شمالا و (٢١-٢٣) شرقا، ويقع

أكثرها توغلا في اليابسة B23 على بعد (١٨) كم من الساحل الشرقي في خط مستقيم يتفق مع خط عرض بلدة سميصة وضمن آبار حقل الذبيبة، أما أقربها إلى الساحل فهي البئر رقم B3 التي تبعد مسافة لا تزيد على (٣) كم إلى الغرب من مدينة الخور، والبئر رقم B5 لا يتجاوز بعدها (٥) كم عن الساحل الشرقي إلى الغرب مباشرة من بلدة سميصة، والبئر رقم B15 فتقع ضمن حقل أبوئيله وعلى بعد (١٢) كم من الساحل الشرقي تقريبا.

يخيل إلي أن بعض الخواص الهيدروليكية لهذه الآبار وخاصة معامل الانتقالية للبئر رقم B3 يتوافق مع البئر رقم (٤) الحقل المزروعة بقيمة تبلغ لكل منهما (٣٨٠) م^٢/اليوم، وفيما عدا ذلك فهي متباينة، وعلى العموم فقد تميزت هذه المجموعة بمعاملات انتقالية تتراوح بين (٣١ و ١٧٠) م^٢/اليوم، وبطاقة نوعية بلغت بين (١٢ و ٤٥٢) م^٢/اليوم، أما النفاذية فيبدو أن قيمها في البئرين B15، B3 مرتفعة إذ بلغت (١، ٢٧١، ٢٠٩) م/اليوم على التوالي، وهي ملامح تكشف عن النسيج الخشن الذي يميز طبقات الرس في هذين الموقعين، وتنبئ بسهولة الحركة، وما دامت هذه الآبار قريبة من الساحل فمن المحتمل أن تؤثر هذه الخصائص سلبا على مياهها إذا لم نقن من عملية السحب لنحافظ على مستوى المياه الجوفية أن تكون دائما فوق منسوب سطح البحر.

ومن خلال دراسة أجراها إكلستون وآخرون على طبقات الرس الخازنة للمياه الجوفية نقف على الخصائص التالية:

١- يلاحظ أن عدد الآبار التي استخدمت في تحليل المعايير الهيدروليكية محدودة للغاية، ويعزي ذلك إلى أن العديد من الآبار الاختبارية والاستكشافية استغلت مواقعها بعد إغلاقها في تشييد المباني.

٢- تم استخدام ثلاثة آبار من آبار حقل الرشيدية أرقامها P26، P25، P45 وتقع متجاورة في منطقة حوضية ضمن المربع الذي تحدّه الإحداثيات (٤٣-٤٢) شمالا، (٢٢-٢١) شرقا، وقد حفر البئر الثاني والثالث عند الطرف الشرقي للبئر الأول على عمق (٥٠٠، ١٥٠٠) م على التوالي فأصبحا وكأنهما بئر واحدة ضمن دائرة كبيرة، وذلك بغرض استقصاء ودراسة الظروف

الليثولوجية والهيدروليكية التي أدت إلى انخفاض مستوى المياه الجوفية في هذه المنطقة إلى (-١٤) مترا دون أن ترتفع معدلات الملوحة الناتجة عن تسفل Intrusion مياه البحر إليها، وما دامت حالة الثبات في حقول آبار الملاحظة غير مستقرة وهبطت إلى أسفل Drawdown كما حدث في البئر رقم B45، فكان ذلك مدعاة لأن يتم الضخ من آبار مجاورة دون اللجوء إلى هذا البئر، ولهذا تم الاعتماد على البئرين P25, P26 لقياس المناسيب ورسم صورة واضحة عن حالة عدم الثبات وهبوط المنسوب وعدم ارتفاع الملوحة نتيجة لذلك.

اقترح إكلستون افتراضين ارتكازيين، وإنما نستخلص منهما التالي:

(أ) القيم التي استخدمت تم الحصول عليها وقت أن كان عمق كل من البئرين لا يتجاوز (٦, ٣٦) م، ولهذا لم يتأثرا من مياه طبقة أم الراضومة تحت ضغط طاقة التدفق العالية Higher Head، فكلما المستويين (-١٧, ٣، +٤, ٠) م أكثر ضحولة عند عمق (٦, ٣٦) م من آبار الضخ المحيطة بالبئر رقم B45 التي تبلغ أعماقها (٦١) م، ولذلك لم تتعمق إلى مجمل طبقة الرس.

(ب) إذا أخذنا (حسب الافتراض) بأن البئر رقم B45 تمثل منطقة حقول الآبار برمتها، وأن الشكل المخروطي للمنخفض الذي يبدأ في الارتفاع بعيدا من البئر رقم B45 وليس من بعض المواقع الملاصقة أو التالية له كأول المقاييس وخاصة البئر رقم P25، لا يمكن تعزيزه، فإن حساب النتائج تركز على التوضيح ليس إلا، ولهذا وقع الاختيار على أدنى قيمة للانتقالية (١٦٧) م/٢ اليوم لتمثل هذا الوضع، ما دامت المناسيب Piezometers مشوشة Involved.

(ج) فلو افترضنا بأن البئر رقم P26 يتأثر من جراء الضخ من حقل آبار الرشيدية، وأن مستوى المياه الجوفية الإقليمية لطبقات الرس ترتفع إلى (+٣) أمتار وليست إلى (+٤, ٠) أمتار كما أوضحته قياسات البئر P26، فإن نتائج حساب معدل الانتقالية سيعزز المعدل السابق (١٦٧) م/٢ اليوم، علما بأن النتائج تباينت في حالة استخدام طريقة تقدير لوجان Logan إذ بلغت معدلات الانتقالية بين (٣٠٠, ٣٥٠) م/٢ اليوم، مع الوضع في الاعتبار ثبات منسوب المياه أولا، واستخدام أي من المناسيب التالية (+٤, ٠) أو (+٣, ٠) ثانيا.



(د) و بإجراء دراسة على بئر رابعة تقع على بعد (٣٠) م من البئر B45، وحوالي (٢٠٠) م من البئر P25، تبين أن الشكل المخروطي لحدود حقل الآبار يمكن أن يكون غورا Very Steep.

(هـ) تبين نتائج اختبارات البئر رقم P35 الذي يقع على بعد (١٨) كم باتجاه الشمال الغربي من المنطقة الحوضية لآبار الرشيدية، وإلى الشمال مباشرة من القاعية، انخفاضاً واضحاً جداً لقيم النفاذية قلما يحدث حتى في منطقة السحنات الكربونية الإرسائية لإقليم المياه الجوفية الشمالي، ومن ناحية أخرى، فإن خواص طبقات تكوين الرس في إقليم المياه الجوفية الجنوبي، والتي تميزها نفس الظروف الحوضية تكشف عن رقاع محلية ذات إنتاج غزير.

(و) من المعلوم أن تكوينات الرس في قطر وخاصة السحنات الكبريتية المتبقية متماثلة مع نظيراتها في البحرين ليثولوجياً، ومع ذلك فإن قيم الخواص الطبيعية في الأخيرة أكثر ارتفاعاً منها في قطر، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٦-٣٤)

نتائج اختبارات طبقات تكوين الرس في البحرين

رقم البئر	العمق الكلي (متر)	العمق النافذ (متر)	الانتاج م ^٣ /اليوم	الطاقة النوعية م ^٢ /اليوم	الانتقالية م ^٢ /اليوم	النفاذية م/اليوم
CWW30	١٤٦	٣١	٥٤٠٠	٦٩٤	٨٤٦	٢٧
CWW45	١٤٠	٣٥	٤٩٠٠	٧٩٨	٩٧٤	٢٨
٨٦١/٨٦٠	٦٧	٢٠	١٧٨٠	٢٠٧٠	٢٥٢٥	١٢٦
٨٨٢	١٠٤	٥٢	٦٥٠	٩٠	١١٠	٢,١
٩٢٥	٤٩	٣٣	١٠٢٠	٨٦٤	١٠٥٠	٣٢

المصدر. عن إكلستون، ١٩٨١، جدول رقم 10.6، ص ٦٠/١٠.

نلاحظ من (الجدول السابق رقم ٦-٣٤) ما يلي:

- ١- جميع القيم تم استخراجها بطريقة لوجان Logan's Method.
- ٢- بمقارنة القيم الواردة في هذا الجدول مع الجداول السابقة يتبين وجود فروقات واسعة، وهذا ما يؤكد على أن قيم الخواص الطبيعية في البحرين أعلى من

نظيراتها في قطر، ولعل هذا يعزى إلى حالة التفريغ Deflation التي أصابت قبة البحرين وما صاحبها من مؤثرات على الخصائص الصخرية وخاصة الطبقات الخازنة للمياه الجوفية، أو أن الطبقات المتتمة لتكوين الرس أكثر سمكا من مثيلاتها في قطر بدليل أعماق الآبار الكلية وخاصة العمق النافذ في طبقات الرس وهو الاحتمال الأوفر حظا من سابقه.

٣- يبدو أن قيمة النفاذية التي تخص البئر رقم (٨٦٠/٨٦١) مرتفعة لدرجة أنها تشير الاهتمام، وقد يعزى ارتفاعها هذا إلى أن البئر المذكورة ربما نفذت إلى الطبقة العليا لتكوين أم الراضومة.

٥٣/٦ الخواص الهيدروليكية لتكوين أم الراضومة:

لم تحظ طبقة تكوين أم الراضومة من دراسة الخواص الهيدروليكية منفردة بقدر ما حظيت به طبقة تكوين الرس، حيث تكمن الإشكالية أولا في العمق، وتتمثل ثانيا في اختراق طبقتين هما الدمام والرس قبل الوصول إلى المنشود، ومع ذلك نحاول تجميع البيانات المبعثرة عن خواص هذه الطبقة ونرصدها في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٣٥) (*)

نتائج مستخلصة عن طريق ضخ المياه الجوفية من بعض الآبار
للخواص الهيدروليكية لطبقة تكوين أم الراضومة

البئر	سمك القطاع النافذ (م)	تقديرات الانتقالية م ^٢ /اليوم	النفاذية م/اليوم	معامل التخزين	الطاقة النوعية م ^٢ /اليوم
P27	٥٢,٢	٢٣٢	٤,٤	-	١٩٠
P29	٦٠,٠	٦٧٣	١١,٢	-	٦٩٠
P33	٤,٨	١٨٠٠-٦٧٠٠	٣٧٥-١٣٩٦	٠,٢ x ١٠ ^{-٨}	٢١٠٠
P34	٢٠,٠	٣٧٨-٨٥٠	١٩-٤٣	١,٢٦-١,٧٧ x ١٠ ^{-٨}	٢٠٦
P35	٢٠,٠	٢٣٣	-	-	-
P35	٥٤,٠	٢٧٣٥	٤٩	-	٢١٦٠
P21	٣٣,٩	٨٤٣٣	٢٤٩	-	١٧٢٨
P36	٣,٦	٤٨٥-٥٢٠	١٣٥-١٤٤	-	٩٦,٥

المصدر: (١) عن: إكلستون وآخرون، ١٩٨١، الجدول رقم 10.9، ص ٦٤/١٠.

(٢) عن: إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥.

يبدو لنا من (الجدول السابق رقم ٦-٣٥) الملاحظات التالية:

١- توزيع الآبار الاستكشافية غير منصف بين القسمين وحتى ضمن القسم الواحد (خريطة ٦-٢١)، فالقسم الشمالي ضم خمسة آبار، P35, P29, P27, P36, P21،

وضم القسم الجنوبي الغربي بئرين فقط هما: P34, P33.

٢- تجاوزت معدلات الانتقالية في موقع البئر P21 الذي يقع عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٤٢) شمالا، (١٩) شرقا، القيمة (٨٤٣٠) م/اليوم، وبلغت في حدها الأقصى (٦٧٠٠) م/اليوم في البئر P33 الذي يقع في الجزء الجنوبي الغربي عند نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٤) شمالا، (١٧) شرقا، وهذا يعني أن معدلات النفاذية تبدو مقبولة ولكنها أكثر ارتفاعا في آبار الجزء الجنوبي الغربي، إذ سجل البئر الأخير (١٣٩٦) م/اليوم كحد أقصى. هذا التفاوت في معدلات النفاذية سواء أفقية كانت أم رأسية، قد يكون له آثار مباشرة على الاختلافات التي أظهرتها معدلات الانتقالية.

٣- اتضح أن معدلات المسامية والنفاذية التي تتاقص بالاتجاه جنوبا في طبقات الرس وأبروق، لم تشهدا طبقات أم الراضومة، وخاصة في البئر P33 الذي سجل قيما تراوحت بين (٣٧٥ و ١٣٩٦) م/اليوم، ويدعم هذا الاتجاه معدلات الانتقالية التي تراوحت بين (١٨٠٠ و ٦٧٠٠) م/اليوم.

٤- من نتائج الاختبارات التي أجريت على البئر P27 يتضح أن هبوط Drawdown مستوى المياه في طبقة أم الراضومة يتأثر بالنفاذية الأفقية بمنطقة الرس علاوة على تأثرها بالمعدل الذي قد يستشعر به Sensed من فقدان طاقة التدفق Head Loss، ونعني به مدى العلاقة القوية، والاتصال الواضح بين منطقتي الرس وأم الراضومة في هذا الموقع، فطالما بلغت حالة من التعادل وتحققت، وطالما توفرت شروط التوافق بين تحليل البيانات المعتمدة على عمليات الضخ من البئر، وتلك التي تبنت طريقة قياس المستوى، فإن النتيجة حسبما أعتقد تكون مقبولة ومرضية.

٥- ترتفع معدلات النفاذية في منطقة البئر رقم P27 وخاصة في الآفاق العليا من تكوين أم الراضومة مرات عديدة قدر النفاذية في الطبقات التي تعلوها من تكوينات الرس، وسبب ذلك وجود طبقة من الصوان تنتمي لتكوين «أم

الراضومة» وتعتلي طبقاته، هذه الخصائص تعززها كمية المياه المنتجة من أفق الصوان، إذ تبين أن البشر المذكورة تتعمق إلى (٩, ١٢١)م، وأثناء ضخ المياه انخفض المستوى (كما أشار إكلستون)، بمقدار ثابت مترا واحدا كأقصى حد، حدث هذا خلال مدة لا تتعدى (٥, ١) دقيقة، حيث بلغت كمية المياه المستخرجة في حدود (٩)لتر/الثانية، ثم استقر الوضع على هذا الحال لمدة (٢٤) ساعة.

٧- الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية:

نسعى من خلال دراستنا للخصائص الهيدروكيميائية توضيح مدى ملائمة المياه الجوفية نوعا للاستخدامات الآدمية، ومناسبتها لمختلف أنواع الزراعات المتاحة في شبه جزيرة قطر، والذي يهمنا التركيز عليه في هذا المقام يمكن رصده في النقاط التالية:

- * مجموع الأملاح الصلبة الذائبة TDS.
- * تركيز الصوديوم.
- * التركيز الأيوني للكربونات والبيكربونات في المياه.
- * تركيز الكالسيوم والكبريت.
- * تركيز العناصر السامة كالبورون Toxicity Elements.

سنولي دراسة مجموعة الأملاح الصلبة أهمية من خلال تحليل الخرائط التي تم الحصول عليها، ثم نتبعها بدراسة لبقية العناصر مستعينين بقدر الإمكان بما قد يتوافر لدينا من قطاعات رأسية، فنكون قد أحطنا بموضوعنا في توزيع الأملاح أفقيا ورأسيا.

٧ /١ مجموعة الأملاح الصلبة الذائبة: TDS

وهي التي نعني بها مجموعة الأملاح المتركرة في التربة أو المياه الجوفية، وليست التركيز النوعي للأيونات، وهذه الأملاح تقاس بالجزء لكل مليون جزء، أو أنها تقاس حسب التركيز من خلال التوصيل الكهربائي EC بالميكرومور في الستيمتر عند درجة حرارة (٢٥) مئوية، ويرمز لها $(mmho.m^{-1})$. ورغم أن العلاقة بين مجموع الأملاح الصلبة الذائبة والتوصيل الكهربائي غير مستقرة Variable ولكنها



موجودة لأن توصيل المحلول يتزايد مع تزايد تركيز الأيون، فقيم التوصيل الكهربى لهذا ترتبط ارتباطاً قوياً بالمحتوى من المواد الصلبة الذائبة في المياه الجوفية، ويمكن التعبير عن هذا المعنى رياضياً بالقول أن المواد الصلبة الذائبة (ملليجرام/ اللتر) تعادل ٥٤, ٠ × قيمة التوصيل الكهربى (ميكرومور/ السم ٣)، ولكن حسبما ذكر (إكلستون ص ١١/ ١) أن هناك علاقة خطية إذا تخطى المزيج الملحي (١٠) ميكرومور/ السم ٣، هذه العلاقة التي تم استخراجها نصوغها على النحو التالي:

$$TDC \text{ (mg/l)} = 0.81 \text{ EC (umhos.cm}^{-3}\text{)} - 39.4$$

وقد بلغ معامل الارتباط في حدود (٠, ٩٩+) بمعامل تحديد (٩٨٪)، وقد تم اعتماد التوصيل الكهربى كمعيار لتصنيف ملوحة المياه لسهولة وإمكانية استخدامه للقياس في الميدان، ولكي نحصل على مجموع المواد الصلبة الذائبة نضرب التوصيل الكهربى في ٠, ٧٥ أي:

$$TDS = 0.75 \text{ EC at } 25^{\circ}\text{C}$$

وفيما يلي نحاول دراسة مجموعة خرائط خطوط تساوي مجموع الأملاح الصلبة الذائبة المتوافرة لدينا - وهي للأعوام ١٩٧١، ١٩٨٠، ١٩٨٨ لنقف من ثم على مدى التغير الذي حدث لها خلال هذه الفترة:

* خريطة خطوط تساوي الأملاح (جزء/ المليون) سبتمبر ١٩٧١: (رقم ٦-٣٢)

١- تتركز فئة الأملاح التي تقل عن (١٠٠٠) جزء/ المليون، في منطقتين، تقع الأولى في النصف الشمالي وهي الأعظم مساحة، وتمتد بين الإحداثيات (٤٠-٤٦) شمالاً و(١٨-٢٢) شرقاً، وقد تتخطى الإحداثي (٢٢) قليلاً باتجاه الشرق في قطاعين، الأول يتوغل حتى الذخيرة، والثاني مقابل بلدة سميسمة، وتقع المنطقة الثانية في غرب الجنوب إلى الشمال من طريق «الدوحة - أبو سمرة»، وإلى الغرب قليلاً من نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٨) شمالاً (١٨) شرقاً، وتتركز في امتدادها على محور شمالي غربي (رغين البحث) وجنوبي شرقي (أم الصوب)، ويبدو أن هاتين المنطقتين كانت تميزهما في تلك الفترة تغذية مطرية جيدة تقلل من تفاقم مشكلة الأملاح الذائبة رغم الإنتاج المكثف لآبارهما.

٢- فئة تتراوح نسبها بين (١٠٠٠-٢٠٠٠) جزء/ المليون: هذه الفئة تتواجد إضافة إلى النطاق الذي يحيط بالفئة الأولى في منطقتين تقعان في النصف الجنوبي، إلى الجنوب من خط عرض الدوحة، وهما عبارة عن مثلثين، الأول يندس رأسه باتجاه الوكير وتتفق قاعدته مع الإحداثي (٢٠) شرقا تقريبا، وتبرز رأس الثاني باتجاه الغرب لتقابل عين حماد، ويبدو أن هاتين المنطقتين تتمايان إرسابيا للسحنة الكبريتية والسحنة الكربونية على التوالي، وبالتالي قد تشابه المنطقتان في الأملاح تركزا، وتختلف نوعا.

٣- فيما عدا ذلك تأخذ الأملاح في التزايد (نستثني الجزء الجنوبي الغربي) باتجاه الشواطئ القطرية حيث تصل إلى أكثر من (٦٠٠٠) جزء/ المليون، هذا التزايد يظهر بشكل يلفت النظر في منطقتين من مناطق التركيز السكاني الحديثة في الوكرة، واستخراج المياه الجوفية المكثف في الخور.

٤- من الجدير بالملاحظة وجود منطقة شبه دائرية تمتد بين الكرعانة في الشمال والخرارة في الجنوب وتقع بين الإحداثيين (١٨ و ٢٠) شرقا، وينصفها الإحداثي (٣٦) شمالا، هذه المنطقة تزايد فيها نسب الأملاح الذائبة من المحيط الذي يمثله خط تساوي (٣٠٠٠) جزء/ المليون باتجاه المركز حيث التركيز يصل إلى أكثر من (٥٠٠٠) جزء/ المليون، وهي من حيث التوزيع تشكل الحدود الجنوبية القصوى للمنطقة (ب)، وتخترن مياهها ضمن السحنة الكبريتية الإرسابية.

٥- يبدو أن خطوط تساوي الأملاح المذابة في الطرف الجنوبي الغربي لشبه جزيرة قطر تخالف قاعدة التزايد باتجاه الشواطئ القطرية، ويتدرج فيها منحني الملوحة صعودا باتجاه اليابسة، فمن حوالي (٣٠٠٠) جزء/ المليون، على طول القطاع الساحلي المقابل لموقع أبو سمرة إلى (٦٠٠٠) جزء/ المليون في نطاق يمتد على شكل قوس إلى الجنوب من «أبو طريف» عند الإحداثي (٣٦) شمالا باتجاه الجنوب الشرقي عبر وادي الجح، ثم يتجه نحو الجنوب الغربي صوب قرن أبو وائل مروراً بمزرعة الأغنام، يعكس هذا الوضع أثر تسرب المياه من العربية السعودية إلى خزاناتها في قطر.

* خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح /سبتمبر/ أكتوبر ١٩٨٢ : (رقم ٦-٣٣)

ومصدرها (إبراهيم حرحش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، ص ٦٢)، وهي توضح في توزيعها المكاني مجموع الأملاح الصلبة الذائبة عبر خطوط تساوي التوصيل الكهربائي للمياه الجوفية المختلطة من كلا التكوينين الرس والطبقة العليا لأم الراضومة اللذين يؤلفان معا طبقة المياه (١) ومنها نستخلص:

١- فئة يقل فيها مجموع الأملاح عن (١٠٠٠) ميكروموز/ السم، وتنحصر منطقة التغذية هذه Recharge Zone في النصف الشمالي بحيث تنطلق من الإحداثي (٤١) شمالا باتجاه الشمال حتى منطقة تقع دون الإحداثي (٤٦) شمالا بقليل، وتضيق في الجزء الجنوبي، بحيث تمتد بين الإحداثيين (١٩ و ٢١) شرقا، وتتسع بالاتجاه شمالا ليقترب حدها غربا من الإحداثي (١٨) شرقا، وقد يتخطى حدها شرقا، الإحداثي (٢٢) شرقا ليدنو من الذخيرة، ونلاحظ منطقة لهذه الفئة شبيهة بما أوردتها خريطة ١٩٧١، ولكنها أقل منها امتدادا محوريا، وأكثر اتساعا عرضيا، وبما أننا استخدمنا خريطة مجموع الأملاح الصلبة الذائبة والتوصيل الكهربائي فلا بد في هذا السياق من ملاحظة أن بعضا من العينات قد تعكس خصائص المياه المختلطة التي تم ضخها من مستويات مختلفة (إكلستون، ١٩٨١، ص ٨/٩).

ومن وجهة النظر الزراعية، فإن الحد الأعلى من التوصيل الكهربائي المناسب للتربة الكلسية الثقيلة في شمال قطر ينبغي ألا يتعدى (٣، ٢) ميكروموز، وقد يكون محتملا إلى حد ما Tolerable إذا بلغ (٥، ٣) ميكروموز، وإلا ستعاني التربة فيما بعد ذلك مشكلات أساسها الملوحة. أما في التربة الرملية المفككة في الجنوب القطري (نطاق الكشبان الرملية) فقد يصل الحد الأعلى المقبول للتوصيل الكهربائي إلى (٦) ميكروموز مع احتمال أن يرتفع إلى حد غير مقبول مسجلا (١٠) ميكروموز، رغم أن التجارب الزراعية التي أجريت في قطر أثبتت Substantiate هذا تماما.

٢- فئة تتراوح قيمها بين (١٠٠٠ و ٢٠٠٠) ميكروموز/ السم، وتقع محيطة بالفئة الأولى ضمن منطقة التغذية في النصف الشمالي من قطر، وتمتد بين الإحداثيات (٤٠-٤٦) شمالا و(١٨-٢٢) شرقا، إضافة إلى ذلك توجد



منطقتان صغيرتان شبه دائريتين، تقع الأولى في منطقة الكرعانة متفقة مع امتداد الإحداثيات (٣٧-٣٩) شمالا و(١٧-١٩) شرقا، وتقع الأخرى على نفس خط العرض، ولكن في الجانب المقابل لمدينة الوكرة، وهي أكثر اتساعا، إذ تمتد بين الإحداثيات (٢٠-٢٣) شرقا، وهناك منطقة مثلثة الشكل تمتد جنوب شرق الحرارة بين الإحداثيات (٣١-٣٥) شمالا، (١٩-٢١) شرقا.

٣- من الخريطة يتبين أن التزايد في مجموع الأملاح يتدرج من وسط شبه الجزيرة باتجاه الساحل، تشذ عن هذه القاعدة العامة منطقتان صغيرتان تقعان ضمن نطاق الرواسب الكبريتية، مما قد يوحي بأن التغذية قد تتم داخل التراكيب الانهيارية، أو في المساحات التي تتم تفريغها بعد إذابة الجبس، الأولى تقع في منطقة الحرارة، وتمتد من العامرية باتجاه الشمال الشرقي، يمر بمركزها الإحداثي (٣٦) شمالا، ويتدرج فيها مجموع الأملاح من الأطراف باتجاه المركز، حيث تتراوح بين (٣٠٠٠ وأكثر من ٥٠٠٠) ميكروموز/ السم، وتقع الأخرى في أقصى الجنوب الغربي، حيث يتدرج منحني مجموع الأملاح صعودا من ساحل خليج سلوى باتجاه الشرق والجنوب الشرقي (صوب اليابسة)، وتراوح قيمها ما بين (٤٠٠٠ و ٧٠٠٠) ميكروموز/ السم، ولهذه الحالة ارتباط بتدفق المياه الجوفية من العربية السعودية.

٤- يلاحظ أن خطوط تساوي مجموع الأملاح الذاتية تنقوس نحو الداخل في منطقتين، الأولى أمام الدوحة، والثانية في منطقة الكرعانة، ويعتقد بأن لهذا التنقوس علاقة بانخفاض مستويات المياه الجوفية من جراء الاستخراج المفرط وتدخل المياه المالحة، أو حدوث ما يسمى بالشكل المخروطي المقعر Up-Coning كفهو البركان (إكلستون، ١٩٨١، ص ٩/٨).

* خريطة خطوط تساوي مجموع الأملاح الذاتية (سبتمبر ١٩٨٨): (رقم ٦-٣٤) تبدي هذه الخريطة اختلافا مشيرا للتساؤل عما لمسناه من تحليل الخرائط السابقة، وسيوضح ذلك من النقاط التالية:

١- احتفظت المنطقة الرئيسة التي تقل فيها الأملاح عن (١٠٠٠) ميكروموز/ السم بموقعها مع تعديلات بسيطة حدثت لتوزيعها الأفقي من جهتي الشمال



والشرق، ويرتبط هذا التراجع بمقدار السحب المتواصل من المياه الجوفية لسد حاجة الزراعة المتنامية في هذين الجانبين، تتبّع لهذه الفئة مواقع صغيرة ربما تكون قد انشطرت عن التجمعات التي ظهرت في الخرائط السابقة فغدت بؤرا متناثرة، فمنها ما نشاهده في أقصى شمال قطر إلى الشمال من الإحداثي (٤٦) شمالا ممثلة بحقل مسيكة، ويحتمل أن تكون قد انفصلت عن المنطقة الرئيسة بعد أن ازداد الضغط على المياه الجوفية فتشكّل حزام حاجز من المياه التي باتت تعاني أملاحا ذائبة بلغت (٤٠٠٠) ميكروموز/سم، أما البؤر الأخرى فتظهر في النصف الجنوبي، فبؤرة الكرعانة كحال البؤرة الشمالية، أما الأخرتان فتقعان بين الإحداثيين (٢٠ و ٢٢) شرقا، بينما تمتد الشمالية منهما عرضيا بين الإحداثيين (٣٦ و ٣٨) شمالا، وتقع الجنوبية في منطقة ترينا إلى الجنوب مباشرة من الإحداثي (٣٤) شمالا، وقد نعزو تشكل هاتين البؤرتين إلى عوامل التغذية التي استقبلتهما مع ترشيد عمليات السحب والاستهلاك.

٢- تزايد تقوس خطوط تساوي الأملاح الذائبة التي بدت واضحة أمام الدوحة وإلى الغرب من الكرعانة، وظهور تقوس حديث ملازم في توغله نحو الشرق للإحداثي (٤٠) شمالا، ويبدو أن استنزاف المياه الجوفية في المنطقة الوسطى من قطر وخاصة في محيط أم المواقع وأم القهاب كان سببا رئيسا أدى إلى هذا الوضع، ننبه بانخفاض عمليات التغذية البديلة من الأمطار أو التغذية الجانبية من الطبقات الأخرى.

٣- ما برح مجموع الأملاح الصلبة الذائبة يتزايد انطلاقا من الوسط باتجاه الساحل على الجانبين، حيث يصل إلى أكثر من (٧٠٠٠) ميكروموز/سم، نستثني من ذلك منطقتين الأولى تقع في وسط الجنوب وتمتد من الإحداثي (٣٤) شمالا عبر شعبتين تفصلهما بؤرة حديثة العهد في هذا الموقع، هذه البؤرة ذات الاتجاه الشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي، تتراوح قيمها التي تتزايد من المركز باتجاه الأطراف بين (٢٠٠٠-٣٠٠٠) ميكروموز/سم.

أما الشعبتان فتلتحمان إلى الشمال من هذه البؤرة، لتشكل منطقة واحدة تستمر في اتجاهها صوب الشمال لتتخطى خط عرض الوكرة الذي يتفق مع

الإحداثي (٣٨) شمالاً، ويبدو أن هذه المنطقة التي كانت متمركزة حول الحرارة (راجع الخريطة السابقة) اتسعت أفقياً في هذا الاتجاه نتيجة الضغط المتزايد على المياه الجوفية في أم المواقع، بينما احتفظت بقيمتها السابقة من الأملاح الذائبة، هذه الحالة قد نستنبط منها خاصيتين، الأولى وجود اتصال هيدروليكي بين مناطق الجنوب، والثانية توافر مصدر تغذية مائية لها ساهمت في عملية التوازن والمحافظة على نفس القيم السابقة.

٤- استمر الوضع في أقصى الجنوب الغربي حسب التدرج السابق الذي يقضي بتزايد الأملاح صوب اليابسة (من خليج سلوى إلى البر القطري)، وهو وضع إقليمي، ولكن الملاحظ هو تدني مجموع الأملاح الذائبة لتراوح ما بين (٣٠٠٠ و ٦٠٠٠) ميكروموز/ السم، وليس لهذا على ما اعتقد علاقة بخفض الإنتاج من المياه الجوفية، وإنما يحتمل أن يكون للتغذية المحلية من الأمطار، والإقليمية عبر التدفق الباطني للمياه من العربية السعودية دور أساسي في التعويض وبالتالي كسر حدة الأملاح الذائبة.

ب/ ٧ تركيز الصوديوم:

من الجدير بالاهتمام في هذا المقام - ما دما نحاول السعي إلى تحديد أفضل استعمالات للمياه الجوفية - أن نعي تماماً إلى أي مدى يمكن أن تزايد نسبة قابلية الصوديوم للتبادل Exchangeable Sodium Percentage من جراء درجة إدمصاص الصوديوم لمياه الري S.A.R.، وقد نشرت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة F.A.O. جدولاً نوردته كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٦)(*)

تصنيف مياه الري حسب كمية تركيز مجموع الأملاح الصلبة الذائبة ودرجة إدمصاص الصوديوم في الماء

صنف المياه	درجة إدمصاص الصوديوم S.A.R.	التركيز الملحي غرام/ اللتر	التوصيل الكهربائي EC (تركيز الأملاح ميكروموز/ السم/ ٢٥م
ملوحة منخفضة	أقل من ٣,٦	أقل من ٠,٢	أقل من ٢٥٠
ملوحة معتدلة إلى متوسط	٣,٦ - ٧,٠	٠,٢ - ٠,٥	٢٥٠ - ٧٥٠
ملوحة متوسطة إلى مرتفعة	٧,٠ - ١١,٠	٠,٥ - ١,٥	٧٥٠ - ٢٢٥٠
ملوحة مرتفعة جداً	أكثر من ١١,٠	١,٥ - ٣,٠	٢٢٥٠ - ٥٠٠٠

(*) المصدر F.A.O., Irrigation, Drainage and Salinity, London, PP 104-202

فقد أشرنا سابقا أن بالإمكان الحصول (بالنسبة لدولة قطر) على مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه بضرب قيمة التوصيل الكهربائي EC في العدد (٧٥، ٠) كما يمكن حساب درجة إدمصاص الصوديوم S.A.R. وفق المعادلة التالية:

$$\frac{\text{الصوديوم}}{\frac{\text{المغنسيوم + الكالسيوم}}{2}} = \text{S.A.R.}$$

وستعامل ببديل مختصر لهذه النسبة في المتن بالتالي (د.إ.ص.٠). فالزيادة في قابلية التبادل تعتمد على نسبة الصوديوم الذائب إلى الكاتيونات Cations في المحلول، هذه العلاقة تبدو موجبة وقوية بين تزايد نسبة الصوديوم وتزايد الأخطار المترتبة على ذلك، ولهذا يمكن التعبير عن مدى خطورة الصوديوم من خلال قيمة (د.إ.ص.٠)، والتركز الملحي الذي يرمز له غرام/ لتر كما هو واضح في الجدول.

ويبدو أن (د.إ.ص.٠) في المياه المستخدمة للرّي في قطر تتفق والتوزيع الأفقي لمجموع الأملاح الصلبة الذائبة، بمعنى أن أدنى قيم (د.إ.ص.٠) تتركز في منطقة التغذية الرئيسة في شمال قطر، هذه المنطقة يمثلها خط تساوي (٤٠) ملليجرام/ اللتر، ثم تتزايد بشكل يلفت النظر باتجاه الساحل حتى تبلغ أوجها (٢٥٠٠) ملليجرام/ اللتر في منطقة الريان، وعليه فإن خطورة الصوديوم بالتالي تتفق مع هذا التدرج، نستثني من هذا التدرج كما تبين لنا عند دراسة خرائط التوزيع الأفقي لمجموع الأملاح في الجزء الجنوبي الغربي الذي تحتضن مياهه الجوفية من جانب طبقة أبروق (العلات)، ويرتبط من حيث سريان المياه الجوفية إقليميا من جانب آخر بالعربية السعودية.

وبناء على ما سبق تصنف مياه منطقة التغذية الرئيسة التي يبلغ فيها مجموع الأملاح الذائبة بين (٦٠٠-٨٥٠) ميكرومور/ السسم حسب الجدول السابق ضمن النوع الثاني (ملوحة معتدلة إلى متوسطة $S_2 - C_2$)، أي أن (د.إ.ص.٠) قد تبلغ في حدود (٧)، فإذا تخطت القيمة (٨) تسبب ذلك في انخفاض نفاذية التربة، ويحدث هذا - على سبيل المثال - لأيونات الكالسيوم التي تحل محلها عندما

تتسربها ذرات الصلصال أيونات الصوديوم، كما يعمل الجبس في التربة التي يتوافر فيها على تعديل الأثر الناجم عن تزايد الصوديوم في مياه الري، هذه الخاصية تنفرد بها الرمال المفككة في جنوب قطر بشرط احتوائها على نسبة معقولة من الجبس، علما بأن (د.إ.ص.) تتراوح في مياهها بين (٧,٥-٧,٠)، (إكلستون ١٩٨١، ص ١١/٢)، وهذه القيم تضعها حسب الجدول السابق ضم المياه ذات الملوحة المتوسطة إلى المرتفعة، والتي يرمز لها (S_3-C_2) .

جـ/ ٧ التركيز الأيوني للكربونات والبيكربونات في المياه:

تركيز البيكربونات HCO_3 (القلوية Alkalinity) عبارة عن كمية الكربونات الذائبة في المياه Dissolved، ففي الأحوال العادية لمدرج الأس الهيدروجيني (pH)، تمثل البيكربونات إحدى أهم الأنواع التي تعمل على توازن مجموعة العناصر الكربونية المؤكسدة (بفتح السين) والذائبة في الماء، فلو فرضنا أن قيمة الـ (pH) تبلغ (٧)، فإن البيكربونات تشكل (٨٢٪)، والنسبة الباقية تخص (H_2CO_3) ، فإذا بلغت قيمة (pH) حوالي (٨,٥) فإن جميع الكربونات الذائبة تكون على شكل بيكربونات (HCO_3) ، ويتضح أن المصدر الرئيسي لأيون البيكربونات في الماء يتمثل في الحجر الجيري والدولومايت الراسب السائد في شبه جزيرة قطر.

يبدو أن مياه التغذية ذات الأس الهيدروجيني المنخفض مردها إلى كل من التربة وثاني أكسيد الكربون الجوي، هذه المياه تتفاعل مع الدولومايت والحجر الجيري المذاب وتضبطها معاملات التشبع الخاصة بالكلسايت والدولومايت، ومادامت البيانات كما أشار (إكلستون، ١٩٨٥، ص ٨/٢٣) تكشف عن فروق عالية جدا وضمن مسافات قصيرة، فمن غير الممكن تمييز Discern أي نمط توزيعي لتركيز البيكربونات، وعزى ذلك إلى عوامل من بينها:

• معاملات التشبع المتبادلة.

• احتمال التفاعلات المتبادلة للأيون التي قد تغير التركيب الكاتيوني للمياه، وتؤثر على التركيز المتوازن.

• تناقص الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون (CO_2) بعيدا عن منطقة التغذية.

فالمياه المستعملة في الصناعة، يجب أن تقل بها أملاح الكبريتات أو البيكربونات؛ لأن كثرتها تسبب صلابة غير مقبولة (حسن عبد القادر صالح، ص ١٢٥)، كما أن ارتفاع نسب الحموضة أو القلوية يجعل من غير الممكن استعمالها في الأغراض الصناعية.

U.N., Water Resources Project Planning, Water Resources Series No. 41, New York, (1972), P. 81.

د/٧ تركيز الكالسيوم والكبريت:

يتبين أن تركيز أيون الكالسيوم والكبريت في المياه الجوفية لا يعتبر معياراً يمكن من خلاله تحديد نوعية مياه الري، وإنما دعت دراستهما لأنهما الكالسيوم والكبريت (الجبس) يتواجدان بكميات كبيرة في تربات النصف الجنوبي على هيئة كثنان رملية مفككة، وفي تربات المنطقة الهضبية من جانب، ولأن هذين النوعين من التربات يمكن أن تبنى عليهما من جانب آخر الخطط المستقبلية لتطوير الزراعة في قطر.

فالجبس - إذا ظهر على هيئة بلورية - يحقق لنا تربة تتميز بنيتها بالنفاذية، لذا لا بد أن نضع في الاعتبار - كي نصون هذه الخاصية - قرينة تشبع الجبس من مياه الري، وقد أوضح إكلستون من خلال الخريطة التوزيعية لقرينة تشبع الجبس أن المياه ذات الملوحة المتدنية في شمال قطر غالباً ما تكون دون حالة تشبع Undersaturated بالنسبة للجبس، ولكن المياه ذات الملوحة المتوسطة غالباً ما تكون متشبعة.

يبدو أن ري المزروعات في التربات الجبسية بمياه ذات ملوحة متدنية وتلك التي لم تبلغ درجة التشبع بعد، قد تؤدي إلى إذابة عناصر الجبس ومن ثم انهيار بنية التربة، وبناء عليه اقترح إكلستون أن يتم ري المزروعات في منطقة العشرة بمياه الصرف المعالجة، وقد تم بالفعل مد خط أنابيب بطول (٤٠) كم إلى هذه المنطقة بيد أنه لم يستخدم لعدم البدء في التطوير الزراعي الذي كان مخططاً له من قبل، وبالتالي يجري حالياً ضخ هذه المياه إلى أحواض التبخير في أبو نخلة (الورقة القطرية، ١٩٨٦، ص ٤٧).

وما دمنا نعالج موضوع تركيز الكالسيوم فينبغي أن نشير إلى علاقته بأخطار البيكربونات مع الاستعانة بعنصر المغنيسيوم؛ لأن التغير في تركيز الكالسيوم

والمغنيسيوم بسبب التساقط أو ذوبان الكربونات الحمضية، يعتبر عاملاً حاسماً يؤثر في الصيغة النهائية لـ (د.إ.ص.)، وهناك اتجاه بالنسبة لمياه الري التي تحتوي على نسب تركيز مرتفعة من أيون البيكربونات يرجح بأن الكالسيوم والمغنيسيوم (على نطاق ضيق) يترسب في هيئة كربونات حاملة يغدو محلول التربة أكثر تركيزاً، مما يترتب عليه التزايد في درجة ادمصاص محلول التربة وبالتالي التزايد في نسبة قابلية الصوديوم للتبادل في هذا النمط من التربة، فتتخفص من جراء ذلك معدلات النفاذية.

والشواهد في قطر تشير إلى أن تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم يزيد على نحو لا يتغير من تركيز البيكربونات والكربونات، يستثنى من ذلك ما تمت معاينته من مياه الآبار (B42a, B22, A19) الواقعة على طول القوس القطري (راجع الخريطة رقم ٦-٢١)، وتراوح قيم تركيز البيكربونات ما بين (٢,٥ و ٧,٠) ملليجرام تكافؤ/التر (Milliequivalent per Litre (meq/l)، وبوسيط بلغ (٣,٥) ملليتكافؤ/التر رغم ما يتميز به هذا التركيز من مدى واسع لقيم الملوحة.

هـ/ ٧ تركيز الفلورايد:

يعتبر الفلورايد من المعادن المندمجة Incorporated في الكربونات، ويكون على هيئة فلورايد الكالسيوم (CaF₂)، أو (الفلورسبار)، وعادة ما تختزن نباتات الكوكوليث Cocolith بعضاً منه في بنيتها أثناء نموها، وقد تبين أن في مقدور معادن الصلصال استخلاص أيونات الفلورايد من محاليل مائية Aqueous Solutions، كما ثبت أن نسبة تركيز الفلورايد في مياه الخليج العربي تعادل (١,٢٥) ملليجرام/التر، وهي بهذا تقع ضمن المعدل الطبيعي مقارنة بمياه بحار أخرى تتراوح نسبها ما بين (١,٠-١,٤) ملليجرام/التر.

يتبين أن مناطق التغذية الرئيسة في الشمال القطري والمتففة تقريبا مع الإحداثيات (٤٢، ٤٧) شمالاً، (١٩، ٢٢) شرقاً، وبعض المواقع والحزوم المرتفعة في فويرط، وبعض آبار مزرعة الحكومة، والخرسعة والكرعانة والخرارة والغشام، تتراوح فيها نسب التركيز بين (٠,١٥ و ١,٠) ملليجرام/التر، بينما تبلغ أقصاها في مناطق الخور والريان وروضة راشد وعين حماد وبعض مياه الآبار في وادي العريق (٢,٥-٣,٤) ملليجرام/التر. ويبدو أن تركيز الفلورايد - كما أوضحنا -

يرتبط بالكالسيوم، فالنسب المرتفعة من الفلورايد تتمثل في وسط وجنوب قطر، في حين تظهر نسبة المتدنية في مياه الآبار ذات التركيز المرتفع من الكالسيوم، وخاصة بقرب الساحل، ليس هذا فحسب، بل يرتبط الفلورايد كذلك في علاقة مع كل من الكلورايد والكبريت، فنلاحظ أن نسبه سرعان ما ترتفع في المناطق الكربونية في حين تبقى معدلات تركيزها ثابتة مع تزايد الكلورايد والكبريت في الماء.

و/ ٧ تركيز العناصر السامة في المياه: Toxicity Elements

توجد العناصر السامة كالبورون Poron في كل من التربة والمياه الجوفية، وقد يؤدي التزايد في تركيز أيوناته إلى أضرار للمحاصيل الزراعية والإنسان، ويبدو أن أدنى تركيز للبورون في المياه الجوفية يتفق وتوزيع مناطق التغذية سواء في شمال قطر أو في وسط الجنوب، ولهذا تصبح العلاقة قوية ومتلازمة بين ملوحة المياه وتركيز البورون، ففي المناطق الشرقية من شبه جزيرة قطر حيث ملوحة المياه المرتفعة من جراء الزراعات الكثيفة واستخدامات المياه الجوفية المفرطة، ترتفع مناسيب تركيز البورون لتصل إلى أكثر من (٥, ١) مللجم/ اللتر مقارنة مع وسط الشمال والجنوب وحتى أقصى الطرف الجنوبي الغربي من قطر حيث تبلغ مناسيب تركيزه (٥, ٠) ملليجرام/ اللتر، ومن الجدير بالملاحظة أن تشير إلى أن الموالح Citrus أكثر المزروعات حساسية للبورون عند أدنى قيم للتركيز، إلا أن أشجاره قد تنمو في الجزء الشرقي لقطر حيث تزيد مناسيب التركيز على الحدود المقترحة (٣, ٠-١, ٠) ملليجرام/ اللتر.

٨- التغيير في ملوحة المياه الجوفية:

نحاول في هذه المعالجة - إضافة إلى ما عرضناه سابقا - أن نلقي الضوء على توزيع التغير في الأملاح أفقيا ورأسيا، فمن الناحية الأفقية نستعين بثلاث خرائط: إحداهما للفترة (١٩٧٢-١٩٨٠) ومصدرها (إكلستون، ١٩٨١، ص ٨/٤٨)، والأخرى للفترة (١٩٧١-١٩٨٢) ومصدرها (إبراهيم حrchش وعبد الرحمن يوسف، ١٩٨٥، شكل رقم ٢٢، ص ٦٣)، والثالثة تغطي الفترة (١٩٧٢-١٩٨٨)، ومصدرها (إبراهيم حrchش، قسم المياه الجوفية بإدارة البحوث الزراعية والمائية).



٨/ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧٢-١٩٨٠):

تم تقسيم الخريطة (رقم ٦-٣٥) حسب درجات التزايد أو التناقص في الملوحة إلى ثلاث فئات، إضافة إلى توضيح مناطق تسلسل مياه البحر صوب اليابسة، وركزت الخريطة على مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية لطبقات الرس، والطبقة العليا لتكوين أم الراضومة، وطبقة أبروق (العلات) في جنوب غرب قطر مقدرة بالمليجرام/ اللتر.

وفيما يلي دراسة لفئات خطوط التغير في الملوحة:

* فئة تزيد فيها معدلات الملوحة على (١٠٠٠) ملليجرام/ اللتر: تتميز هذه المنطقة بتوغل أو تسلسل لالسنه من مياه البحر، وتنحصر على الساحل الشرقي في منطقة الدوحة التي نعتبرها تمتد من مسيعيد جنوبا عند الإحداثي (٣٥) شمالا تقريبا، حتى الإحداثي (٤٢) شمالا والتي يبدو أنها على وشك الاتصال بمشلاتها في الخور، ومن الملاحظ أن التوغل لا يقتصر على شريط ساحلي خاصة مع خط عرض الدوحة، بل يصل إلى مناطق أبعد من الريان باتجاه الغرب ليترك أبواب الشيحانية وأم المواقع، وهو أمر إذا تحقق لا قدر الله جد خطير، تقع منطقة التوغل الثانية جنوب الخور، ويمتد اللسان باتجاه الشمال الغربي حتى أوشك أن يغزو - إذا لم يكن قد حدث هذا - حقل آبار أم الشخوط، أما المنطقة الثالثة فتمتد في أقصى شمال قطر من رأس قرطاس في الشمال الشرقي حتى دوحة أسود على الساحل الغربي إلى الجنوب من الزبارة. وهناك مناطق صغيرة: تقع إحداها في السليمانية إلى الشمال الغربي من روضة الفرس في شمال قطر (البئر رقم A18)، والأخرى ضمن حقول روضة راشد وسببهما الضخ المتواصل والمكثف لمياه الآبار، والأخرى تقع في أقصى الجنوب الغربي إلى الغرب من منطقة وادي العريق.

* فئة تتراوح فيها معدلات الزيادة في الملوحة بين (١٠٠٠-صفر) ملليجرام/ اللتر: وتغطي تقريبا معظم شبه الجزيرة، فالهوامش المتاخمة والقرية من الفئة الأولى قد تتأثر بتذبذب في معدلات الزيادة في الملوحة، بينما تعكس زيادة الملوحة في المناطق الأخرى استنزاف المياه الجوفية وهبوط مناسيبها، ومن ثم إحلالها بمياه أكثر ملوحة من الطبقات التي تقع أسفل منها.

* فئة يتناقص فيها التغير في الملوحة: هذه الفئة تمثلها أهم مناطق التغذية، فالمنطقة الشمالية ذات التطابق الهيدرولوجي والهيدروكيميائي تنحصر داخل خط صفر حيث يتناقص مجموع الأملاح الصلبة الذائبة إلى حوالي (-٣٥٠) ملليجرام/التر، تتمركز هذه المنطقة في وسط الشمال وتغطي الأجزاء الشمالية حتى رأس قرطاس والغربية حتى الجميلية وشمالا بغرب حتى السويحية والجنوبية الغربية حتى الإحداثي (٤٢) شمالا من منطقة الخور، بينما تتوغل نحو الجنوب في وسط شبه الجزيرة متخطية الإحداثي (٤٢) شمالا حتى حقول آبار العظورية والخریب، فالعزيلات هذه لها أهمية خاصة، إذ توضح إلى أي مدى تتسع المنطقة التي تتناقص فيها معدلات التغير في الملوحة، كما أنها تمثل نقط استقبال بعيدة تندفق إليها المياه الجوفية العذبة من مصادرها في الوسط.

وتقع منطقة التغذية الثانية في وسط النصف الجنوبي متفقة مع الإحداثي (٣٨) شمالا، فهناك منطقة رئيسة تقع إلى الجنوب الغربي من روضة راشد، لتشمل منطقة الكرعانة، تتناقص فيها الأملاح إلى (-٣٥٠) ملليجرام/التر، وهناك منطقة ثانوية تقع ضمن محيط الوكير، وترتكز كسابقتها على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وهي رغم وقوعها عند هوامش الفئة الأولى إلا أن منحني التغير في الملوحة يهبط إلى حوالي (-١٥٠٠) ملليجرام/التر، ويعتقد بأن تسرب مياه البحر إلى هذه المنطقة غير وارد ألبةً بدليل أن خط ملوحة (+١٠٠٠) يتقوس إلى الشرق منها نحو الخارج (إلى البحر)، فيما تقع منطقة التغذية الثالثة، في أقصى الجنوب الغربي وتقع ضمن طبقات عضو أبروق (العلات) التي تمتد من خط عرض أبوسمرة في الشمال حتى حدود العربية السعودية في الجنوب، وهي منطقة لها وضعها الخاص، إذ يحدها شرقا الامتداد الجنوبي الشرقي لبنية دخان فعملت بالتالي كجدارٍ حَجَزَ مياه التغذية القادمة من مصادرها في العربية السعودية فكان النمط الارتوازي، وكانت التغذية المتواصلة التي أدت إلى اتجاه منحني التغير في الملوحة نحو القاعدة (إلى أسفل)، حيث سجلت (-٢٠٠) ملليجرام/التر.

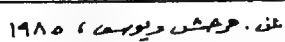
ب/ ٨ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧١-١٩٨٢):

عاجلت الخريطة (رقم ٦-٣٦)، التغير في مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية على مدى اثني عشر عاما، واستخدمت الميكروموز/ السم، ومنها نستخلص التالي:

* فئة يبلغ فيها التغير في الأملاح نحو التناقص (-١٠٠٠- صفر) ميكروموز/ السم، وتتركز - كما كان عليه الوضع في الخريطة السابقة - في منطقتين، الأولى في الشمال الغربي وهي التي تمثل عزبلا في منطقة السويحية إلى الشرق تماما من الإحداثي (١٨) شرقا، وبين الإحداثين (٤٤، ٤٦) شمالا، وتتركز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، والثانية تتفق مع الإحداثي (٣٨) شمالا، وضمن محيط الوكير، وتتوغل نحو الداخل حتى الإحداثي (٢١) شرقا، وهناك بؤر صغيرة تنتمي لهذه الفئة، إحداها تقع إلى الشمال الغربي من الذخيرة ويمثلها البئر (A4) وتعتبر عزبلا متخلفا عن تلك التي ذكرها إكلستون في خريطته، والثانية في أقصى الجنوب الشرقي متفقة في موقعها مع خط عرض ترينا والإحداثي (٣٤) شمالا.

* فئة يبلغ فيها التغير في الأملاح بين (صفر - +٥٠٠) ميكروموز/ السم، يبدو أن هذه المنطقة تحتل رقعة كبيرة من وسط النصف الشمالي، فتشمل موقع «أم الأفاعي» وروضة هرمه في الجنوب، وتكاد تتوغل إلى حقل مسيكة في الشمال، ويلاحظ أنها تمجنح نحو الجانب الشرقي وخاصة في منطقة الخور فتضغط على خطوط التغير في الملوحة فتعمل على رزححتها تجاه الساحل من ناحية، وتؤدي إلى تلاصقها وتقاربها من ناحية ثانية، وهذا يعني أن هذا الجانب ينال - من حسن الطالع - قسطا وافرا من التغذية المائية الجوفية منها أو الجوفية التي تتدفق صوبه، أما الجانب الغربي فيبدو أنه أقل حظا في التغذية من ناحية وأكثر استغلالا وخاصة القطاع الجنوبي الغربي، حيث تشير الخريطة إلى أن خطوط التغير في الملوحة تأخذ إلى الجنوب من الجميلية مباشرة في الانحراف صوب الجنوب الشرقي حتى حقول أم القهاب وأم الأفاعي، ولعل هذا التوغل الملفت للنظر يوحى - رغم ما تحظى به من تغذية - بتزايد استخراج المياه





فهرية خطوط التغير المتساوية في ملوحة المياه الجوفية
للفترة ١٩٧١ - ١٩٨٢

واستغلالها، الأمر الذي أدى إلى التغير السريع في الملوحة وارتفاع قيمها التي قد تصل عند النصرانية أكثر من (+١٠٠٠) ميكروموز/السم.

* التغير في مجموع الأملاح الصلبة الذائبة نحو الزيادة يتحرك صوب الساحل القطري، إذ تبلغ معدلات التغير أكثر من (٤٠٠٠) ميكروموز/السم، بينما يجنح التغير بالزيادة في الملوحة نحو اليابسة لتسجل أكثر من (+٤٠٠٠) ميكروموز/السم؛ لأن التغذية التي تأتي كما أوضحنا من العربية السعودية تؤدي إلى عملية توازن والحد من التغير المرتفع الموجب.

ج/ ٨ خريطة التغير في الملوحة للفترة (١٩٧٢-١٩٨٨): جزء/ المليون

تكشف (الخريطة رقم ٦-٣٧) عن مدى التغير الذي حدث للملوحة، ومدى التباين بينها وبين الخريطين السابقتين خاصة في مناطق التغذية الرئيسة، ونلاحظ عليها ما يأتي:

* فئة لا يحدث فيها تغير في الملوحة: يبدو أن التغير السالب في الملوحة ليس له وجود على الخريطة وهو أول سمات التباين، هذا الجانب يعكس أمرين، الأول يتمثل في أن التغذية لم تعد فائضة بحيث تبقى على تدني معدلات الملوحة، والثاني الإفراط في عمليات استخراج المياه، والتفريط في استغلالها، ولهذا غدا التغير في معدلات الملوحة في حالة من الثبات المؤقت، حيث ظهرت منطقتان تمثل هذا الوضع، الأولى في النصف الشمالي وتمتد بين الإحداثيين (٤٢، ٤٦) شمالا، وتقع على الجانب الغربي إلى الشرق من الإحداثي (١٨) شرقا، وقد تتسع باتجاه الشرق لتتخطى الإحداثي (٢٠) شرقا عند نقطة تقاطعه مع الإحداثي (٤٤) شمالا، وتشمل في امتدادها هذا حقول آبار الجميلية، العظورية والحريب في الجنوب، وتغطي منطقة السويحية حتى النعمان باتجاه الشمال الغربي، ولعل هذا التوزيع يتفق مع مصدر تغذية جوية وتقنين في استخدام المياه، لا لسبب إلا لعدم التوسع الزراعي.

أما المنطقة الثانية الواقعة في النصف الجنوبي، فيلاحظ أنها تختلف تماما عن التوزيع السابق، إذ اختفت المنطقة التي كانت تمثل تغيرا سالباً في محيط الوكير وحلت محلها معدلات تغير تزيد على (٤٠٠٠) جزء/ المليون، بينما احتلت



هذه المنطقة قطاعا محوريا شمالي غربي - جنوبي شرقي، يمتد من نقطة تقاطع الإحداثيين (٣٨) شمالا، (١٨) شرقا، وتقع ضمنه بلدات أم وشاح وأم الصوب.

* فئة تتراوح فيها معدلات التغير في الملوحة بين (صفر - +١٠٠٠): وتمثلها ثلاث مناطق، منطقة التغذية الرئيسة في وسط الشمال، والأخرى في وسط الجنوب، أما الثالثة فتقع في الجنوب الغربي إلى الشمال من مركز حدود «أبو سمرة»، ويلاحظ أن المنطقة الثانية توغلت بالسنة لها نحو الشمال حتى روضة هرمة، ونحو الشرق حتى السيلية، وشملت باتجاهها صوب الجنوب كلا من «م حولق» والخراة حتى شارفت على موقع سودانثيل، وتمتد من ناحية الغرب عند مطالعها في النصرانية عبر خط التغير في الملوحة (+١٠٠٠) جزء/ المليون باتجاه الجنوب مقوسا صوب الشرق عند الإحداثي (٤٠) شمالا، بسبب وجود سبخة دخان إلى الغرب منه، ثم ينحني خط التغير في الملوحة جهة أم باب عند الإحداثي (٣٨) شمالا ليزيد من الرقعة التي تغطيها هذه الفئة، يستمر بعدها صوب الجنوب حتى يلاقي نظيره عند سودانثيل.

* فئة تزيد فيها معدلات التغير في الملوحة على (+٣٠٠٠): وتشمل كذلك معدلات التغير التي تزيد على (+٤٠٠٠) جزء/ المليون، وتشكل الإطار الخارجي للفئات السابقة التي تزايد باتجاه الساحل، وما يلفت النظر في هذه الفئة، امتداد لسان يبلغ معدل تغيره (+٢٠٠٠) جزء/ المليون من الشرق عند موقع وادي الوصيل متجها نحو الغرب ليلتحم مع نظيره عند النصرانية، حاجزا بذلك بين الفئتين الرئيسيتين، وموحيا بأن المنطقة التي يغطيها لا تعاني من دوام التغير في الملوحة فحسب وإنما تتأثر بعمليات الإحلال الصاعد من الطبقات الدنيا الخازنة للمياه، وتمثلها على ما يبدو حقول آبار أم القهاب التي تتركز في وسطها متفقة مع الإحداثي (٢٠) شرقا، هناك منطقة أخرى تتبع هذه الفئة وتقع في أقصى الجنوب الغربي، إلى الجنوب من موقع أبو سمرة، ويلاحظ أن خطوط التغير في الملوحة تتقوس باتجاه الشمال الغربي صوب البر القطري، وهذا يعني وجود مصدر تغذية يتحرك في هذا الاتجاه أساسه المنطقة الشرقية للعرية السعودية.

إذا كنا قد عرضنا للتوزيع الأفقي للأصلاح، ومدى التغير فيها، وأسباب ذلك، والنتائج المرتبة عليها، فقد اخترنا قطاعا رأسيا للبئر رقم p22a الذي يقع في الركن الجنوبي الغربي من المربع المحدد بالإحداثيات (٤٢، ٤٤) شمالا، (٢٠، ٢٢) شرقا، ويخترق الطبقات الإرسائية لكل من تكوينات الدمام والرس وأم الراضومة بعمق يصل إلى (١٥٠)م، للتعرف على مدى التغير في الملوحة رأسيا، والوقوف على أهم العناصر الذائبة ونوعياتها.

يوفر هذا القطاع بالإضافة إلى التوصيل الكهربائي ودرجات الحرارة معلومات عن كل من الخصائص الليثولوجية والتكوينية والهيدروكيميائية للطبقات الخازنة للمياه الجوفية، وقد سبق أن أوضحنا الخصائص الليثولوجية والتكوينية، لذا سنركز في هذه السياق على ما نرصده في الجدول التالي:

جدول رقم (٦-٣٧)

التغير في قيم الملوحة على طول قطاع رأسي للبئر p22a

التكوين	العمق (متر)	ميكروموز/السم التوصيل الكهربائي	الخصائص (ملليجرام/التر)				
			صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم	مغنيسيوم	بيكربونات
الرس	٣١	٥٤٠	٤٢,٧	٥,١	٣٢,٠	١٤,٦	١٠٠,٨
أم الراضومة	٩١	٦٠٣	٤٣,٠	٧,٠	٢٧,٢	١١,٧	٨٦,٤
أم الراضومة	١٥٠	٢٠٠٠	٤٥٠٠,٠	٧٠,٠	٦٦٠,٠	٣٧٦,٠	٩١,٠

من (الجدول رقم ٦-٣٧) ندون الملاحظات التالية:

- ١- مجموع الأملاح الذائبة في المياه الجوفية ضمن تكوينات الرس تبلغ وعلى طول القطاع الذي يصل عمقه إلى (٣١) مترا حوالي (٢١٢) ملليجرام/التر، تشكل أملاح البيكربونات (HCO_3) في حدود (٤٧,٥)٪، وهذا يعني أن المياه الجوفية عند هذا المنسوب تزيد قلويتها أو حامضيتها، بينما يشكل البوتاسيوم (K) أقلها نسبة (٢,٤)٪، وهو في سلوكه الهيدروكيميائي هذا يختلف عن الصوديوم (Na)، الذي يشارك بحوالي (٢٠,١)٪، أي في حدود (٩) أضعاف البوتاسيوم، كما أنه لم يبد في توزيعه الأفقي أي علاقة واضحة بالمنطقة

الليثولوجية التي يتشر بها علما بأن مصدره رواسب الانهيدرايت، ومن بين الخصائص التي أبرزها هذا القطاع التوصيل الكهربى بقيمة بلغت (٥٤٠) ميكروموز/ السم، وفي درجة حرارة تراوحت ما بين (٢٩ - ٢٩,٣) مئوية.

٢- يختلف الحال على عمق (٩١) م، فالتائج في هذا الجزء من القطاع تمثل التوزيع الرأسى للملحة كل من تكوين الرس الطبقة العليا من تكوين «أم الراضومة»، إذ نلاحظ أن مجموع الأملاح يتناقص بمقدار (١٣,٥) ملليجرام/التر، أي بنسبة (٤,٦٪)، هذا التناقص يبدو أنه قد حدث استجابة لتناقص محتوى كل من الصوديوم والمغنيسيوم والبيكربونات، رغم الزيادة الطفيفة المصاحبة لبقية العناصر، فقد شكلت أملاح البيكربونات التي ما زالت تحتفظ بصدارتها حوالى (٥٤٣,٤٪)، في حين شكل أقلها انتشارا وهو البوتاسيوم (٥,٣٪)، ومع ذلك يبدو أن تواجده يتزايد كلما تعمقنا نحو الباطن، أي نحو المياه الجوفية الأكثر ملوحة في هذا القطاع، ومن الجدير بالاهتمام أن التوصيل الكهربى سجل قيمة بلغت (٦٠٣) ميكروموز/ السم، وبما أن توصيل المحلول يتزايد مع تزايد التركيز فى الأيونات، فإن (EC) يرتبط في علاقة قوية مع مجموع الأملاح الصلبة الذائبة (TDS) فى المياه الجوفية، وأن درجة الحرارة تراوحت على طول هذا الجزء بين (٢٩,٣ و ٢٩,٧) مئوية تقريبا.

٣- يخيل إلي من استعراض القيم على طول القطاع فيما بعد (٩١)م أن عقد مقارنة بين ما شهدناه سابقا وتلك المثلة لطبقات أم الراضومة قد يكون غير ذي بال، بسبب بسيط هو أن هذين النوعين من المياه لا نقول يختلفان عمقا، وإنما تؤكد على أن الطبقات الخازنة لهما تتفاوت ليثولوجيا وكيميائيا وحرارة وتوصيلا كهربيا، لذا سنكتفى بعرض الخصائص التي تتميز بها مياه هذه الطبقة، ويكفى أن نشير إلى أن مجموع الأملاح الذائبة ضمن مياه هذا الجزء الذي يبلغ طوله (٥٩) م فى حدود (٧٤٧٥) ملليجرام/التر، وأن تركيز الصوديوم يبلغ (٤٥٠٠) ملليجرام/ لتر، أي بنسبة (٢,٦٠٪).

ونستشهد بتغير الأملاح وتزايدها كلما تعمقنا، بعنصر الكبريت (SO_4) الذي أضحى من الأنيونات الرئيسة Major Anion (أيون سالب) فى مياه تخضع فيها



رواسب الجبس والأنهيدرايت لعمليات الإذابة النشطة، فقد بلغت مشاركته بحوالي (١٧٧٨) ملليجرام/التر، أي أنه قفز ليحتل المرتبة الثانية بعد الصوديوم بنسبة (٢٣,٨٪)، بينما تراجعت البيكربونات أو أنها احتفظت بالثبات أو الزيادة الطفيفة التي قد لا تعني شيئاً بالقياس، كما أن الكالسيوم والمغنيسيوم تعاضداً بقيم بلغت (٦٦٠، ٣٧٥) ملليجرام/التر على التوالي، ليس هذا فحسب، بل نلاحظ أن (EC) بلغ عند هذه الأعماق (٢٠٠٠٠) ميكروموز/السم، وأن درجة الحرارة تجاوزت (٣٠) مئوية بقليل، وينبغي أن نشير إلى أن التوصيل الكهربائي بلغ في حدود (١٨٠٠٠) ميكروموز/السم عند عمق (١٢٠) م، في الوقت الذي أشارت فيه إبرة المحرار Thermometr إلى القيمة (٣٠) مئوية، وعلى ضوء ما تقدم نصنف المياه حسب استعمالاتها طبقاً للمعايير الدولية كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٨)

معايير المياه الصالحة للشرب

تركيز الأملاح ملليجرام/التر		المركبات الكيميائية Chemical Constituents
الحدود العليا Excessive Limits	الحدود المسموح بها Permissible Limits	
٢٠٠	٧٥	الكالسيوم
٦٠٠	٢٠٠	الكلورايد
١,٥	١	النحاس
١	٠,٣	الحديد
١٥٠	٥٠	المغنيسيوم
١٠٠٠	٥٠٠	مغنسيوم + كبريتات الصوديوم
٠,٥	٠,١	المنجنيز
٤٠٠	٢٠٠	الكبريت
١٥٠٠	٥٠٠	مجموع الأملاح الصلبة TDS
١٥	٥	الزنك

After: U.N., "Water Resources" London, 1972.

وقد تبين أن مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في المياه الجوفية في النصف الشمالي لا تزيد على (١٥٠٠) ملليجرام/التر، أي (١,٩) توصيل كهربائي، وقد تقل عن (١٠٠٠) ملليجرام/التر في مناطق التغذية الرئيسة، وهي بذلك تتفق في

حدها الأعلى والمعيّار الدولي، أما الكالسيوم فيصّل تركيزه إلى (١٠٠) ملليجيم/التر في المنطقة الكبرى، بينما يبلغ (٥٠٠) ملليجيم/التر في المنطقة الكربونية، وعلى العكس من ذلك، يتزايد تركيز المغنيسيوم في المنطقة الكبرى بحيث يتراوح ما بين (١٣٠-١٦٠) ملليجيم/التر، ولكنه يشكل في حدود (١٠٠) ملليجيم/التر في منطقة انتشار الكربونات الإرسائية، وعموما فقد لا يزيد على (٥٠) ملليجيم/التر في منطقة التغذية في وسط الشمال.

القيم السابقة للمغنيسيوم تبدو متوافقة مع المعيار الدولي الذي ورد في الجدول السابق، ولكن يُنصح بعدم تزويد المستهلك بالمياه الجوفية مباشرة، وخص إكلستون بالذكر أولئك الذين يقطنون في وسط وجنوب شبه جزيرة قطر، وعزى ذلك إلى أن المغنيسيوم في مياه هذه المناطق يزيد تركيزه على (٣٠) ملليجيم/التر، وأن تركيز الكبريت يبلغ أكثر من (٢٥٠) ملليجيم/التر، واعتبر بأن المعايير الدولية لا تهدي إلى بر الأمان (أي أنها مضللة Err on the Safe Side)، ما دام مقياس طرر المياه المنزلية في المتناول، حيث يوجد بون شاسع على أرض الواقع لقيم مجموع الأملاح الصلبة الذائبة في بعض موارد مياه الشرب التي كان يستعملها سكان القرى التي أصبحت أثرا بعد عين، ولذا يمكن تزويد المجمعات السكنية أو القروية بمياه ذات أملاح قليلة للاستخدامات المنزلية عن طريق خطوط الأنابيب، أو يتم التوزيع بواسطة الصهاريج.

بدأت وزارة الصحة العامة في الآونة الأخيرة تولي اهتماما متزايدا بالمياه التي أزيلت أملاحها Desalinsed (تحلية المياه)، وخاصة فيما يتعلق بفقدانها لعنصر الفلورايد Fluoride من جانب، وتركيزه الواضح في المياه الجوفية لبعض المناطق القطرية، فإذا كانت كميات الفلورايد قليلة كأن لا يتجاوز تركيزها (١) ملليجيم/لتر، فإنه ذو فائدة صحية في حماية الأسنان من التسوس Dental Caries، فمضار الفلورايد تكمن في تركيزه بدرجة كبيرة، وفي طول استخدام المياه التي تحتويه، وهذا من شأنه أن يحدث بقعا Mottling في الأسنان، وتخلعها لها لنقص الكالسيوم في العظام Crippling Decalcification في حالة إذا أصبح تركيزه في المياه مفرطا. ومن الجدير بالاهتمام أن نشير إلى أن معدل النهاية العظمى اليومية

لدرجة حرارة الهواء غالباً ما تستخدم كدليل في تحديد أقصى درجات تركيز الفلورايد في المياه إذ يتزايد استهلاك السكان منها في المناطق الحارة، لذا عين مجلس الشيوخ الأمريكي في عام ١٩٧٥ حدوداً نرصدها كالتالي:

جدول رقم (٦-٣٩) (*)

العلاقة بين درجات الحرارة العظمى ونسب تركيز الفلورايد

معدل النهاية العظمى اليومية لدرجة حرارة الهواء	أقصى نسبة تركيز من الفلورايد مسموح بها
أقل من ١٢	٢,٤ ملليجيم/التر
١٢,١ - ١٤,٦	٢,٢ ملليجيم/التر
١٤,٧ - ١٧,٦	٢,٠ ملليجيم/التر
١٧,٧ - ٢١,٤	١,٨ ملليجيم/التر
٢١,٥ - ٢٦,٢	١,٦ ملليجيم/التر
٢٦,٣ - ٣٢,٥	١,٤ ملليجيم/التر

(*) المصدر: عن إكلستون وآخرون، ١٩٨١، ص ١١/١٠.

يتضح من (الجدول رقم ٦-٣٩) مقارنة مع ما بيّناه من نسب تركيز الفلورايد في مياه الآبار ومناطق توزيعها، واسترجاع درجات توزيع الحرارة بين الصيف والشتاء، أن في الإمكان استعمال المياه التي تبلغ فيها نسب تركيز الفلورايد ما بين (٢ و ٢,٢) ملليجيم/التر في الفترة التي تنخفض فيها درجات الحرارة العظمى، وخاصة من نهاية ديسمبر إلى أوائل فبراير، ومع ذلك فإن النسبة المقبولة المتوازنة مع درجات الحرارة صيفا أو شتاء تتمثل في القيمة (١,٤) ملليجيم/التر، وربما لا تتفق هذه النسبة مع بعض مناطق الجنوب وتحديدًا في أشهر الصيف اللاحقة.

٩- مشكلات المياه الجوفية وكيفية المحافظة عليها:

المياه الجوفية في قطر تعاني من مشكلات تؤثر سلباً على ما يمكن توافره من كميات تفي لاستخدامات السكان المتزلية من ناحية، وتغطية احتياجات الزراعة وما يطرأ عليها من تطور من ناحية ثانية، ناهيك عن الكم المطلوب لمناطق استخراج الزيت والمناطق الصناعية، ومن بين هذه المشكلات:

* مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية في الطبقات الخازنة لها.

* مشكلة ازدياد ملوحة المياه الجوفية.

* مشكلة تلوث المياه الجوفية.

وهناك مشكلات استغلال المياه الجوفية المتمثلة في نقص المياه، وأخرى ذات علاقة بالظروف الجغرافية الطبيعية، وسادسة تخص جانب الاستغلال الزراعي، ولكننا لا نستطيع في هذا المقام أن نقف عليها برمتها، لذا سنكتفي بمعالجة المشكلات الثلاث الأولى:

٩/١ مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية في الطبقات الخازنة لها:

تظهر الآثار المترتبة على مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية بشكل واضح في النصف الشمالي من شبه جزيرة قطر، ولكنها أكثر وضوحاً على الجانب الشرقي منها على الجانب الغربي، فالنصف الشمالي من قطر يتركز في مدنه وقراه وبلدانياته من السكان مع بعض التجاوزات الطفيفة ما تقارب نسبته أو تزيد على (٩٠٪)، هذه النسبة تم استخراجها من أرقام تعداد السكان لشهر مارس من عام ١٩٨٦ البالغ عددهم آنذاك (٣٦٩٠٧٩) نسمة (الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية، العدد ١٥، ١٩٩٥، ص ١٨)، فما بالك بعد عشرة أعوام، أعتقد أن الحال كما تدل عليه الأرقام يزداد سوءاً، وعموماً فإن المياه الجوفية لا يمكن بأي حال أن تفي باستخدامات السكان، فهناك مورد آخر لسد احتياجاتهم يتمثل في المياه المقطرة (راجع ص ٥٢٢)، والأهم من هذا مواجهة احتياجات الاستغلال الزراعي والمزارع التي تعتمد كلياً على المياه الجوفية المستخرجة من الآبار، إذ من المفيد أن نشير إلى أن معظم المزارع أو الرقع الزراعية تنتشر في النصف الشمالي، حالها في ذلك حال تركيز السكان، فمقارنة بسيطة تكشف لنا مدى تطور إنتاج المياه الجوفية المستغلة في الأغراض الزراعية، إذ بلغ حجم المستهلك في الفترة ٦٥/٦٦ ما حجمه (١٨,٥) مليون م^٣، هذه المؤشرات دليل قاطع على ما تعاني منه مستويات المياه الجوفية من مشكلات.

كما يتبين أن استهلاك الزراعة من المياه الجوفية بلغ في الموسم ٧٥/٧٦ حوالي (٥١,١) مليون م^٣ لري مساحة بلغت (١٩٨٦) هكتاراً، ارتفع هذا الإنتاج

في عام ١٩٨٠ إلى حوالي (٧٦,٢) مليون م٣، علما بأن المساحة لعدد (٣٧٧) مزرعة بلغت في حدها الأقصى وقتذاك (٣٣٠٠) هكتارا، ولكن الذي يثير الانتباه إذا وضعنا في الحسبان عمليات الإنتاج والتسويق لاتضح لنا أن (١٠٠) مزرعة فقط تعتبر منتجة، وتستهلك ما حجمه (٥٢) مليون م٣، ويقيه المزارع التي تعتبر خارج هذا المعيار تستهلك (٢٤) مليون م٣، وفي عام ١٩٩٢ بلغت المساحة المزروعة لعدد (٨٧١) مزرعة حوالي (٧٥٨٧) هكتارا، استهلكت من المياه الجوفية ما مقداره (١٧٢) مليون م٣.

هذه المعطيات الاستهلاكية التي تمثل جانبا أساسيا من مشكلة هبوط مستويات المياه الجوفية رغم التغذية التي تتلقاها الطبقات الخازنة لها، لا تؤثر منفردة على عملية التوازن بين المدخلات والمخرجات، وإنما تلعب الخصائص الجيولوجية والطبوغرافية دورا قد يكون جوهريا في هبوط مستويات المياه الجوفية في بعض المناطق، فعمليات الإذابة التي تحدث لرواسب الجبس والانهدرايت ضمن الطبقات الخازنة للمياه (تكوينات الرس وأم الراضومة) يؤدي إلى تزايد مسامية الصخور ونفاذيتها، خاصة إذا كانت هذه المناطق تتميز بكثافة سكانية عالية، ونشاط زراعي محصولي.

ومن وجهة النظر الطبوغرافية، فإن المياه تتدفق من وسط شبه الجزيرة باتجاه السواحل، هذه الحركة قد تهدر كما من المياه العذبة ينساب باطنيا إلى مياه البحر، وتعمل على هبوط مستويات المياه الجوفية وخاصة أن حقول آبار المياه العذبة تتركز في هاتيك المنطقة، لذا كان لابد أن يعي ذوو الاختصاص -وأعتقد كذلك- هذه المشكلة، فيسارعوا إلى استغلال المياه قبل أن تنفذ إلى البحر، فكان التركيز الذي نشاهده للنشاط الزراعي - على سبيل المثال - في منطقتي الخور والسويحيلية، إلا أن الرياح أتت بما لا تشتهي السفن، حيث استغلت المياه الجوفية فيهما بشكل أدى إلى تدهورها وهبوط مستوياتها، مما انعكس سلبا كان من محصلته أن بدأت مياه البحر في غزو ما كنا بالأمس القريب نسعى للمحافظة عليه، ونتوق نحو خلق حالة من التوازن كي لا يكون هناك ضرر ولا ضرار، ولا تسرب ولا إحلال.

ب/ ٩ مشكلة ازدياد ملوحة المياه الجوفية:

هذه المشكلة ربما تكون إحدى النتائج السلبية للمشكلة الأولى بحيثياتها، ولايعني هذا أنها العامل الوحيد، ولكن ندرة الأمطار صاحبة الفضل في التغذية،

والتركيب الجيولوجي، عاملان حاسمان في نقص هذا المورد، وفي تملح المياه الجوفية، فإذا اعتبرنا أن المياه الجوفية بدأ استغلالها لأغراض زراعية منذ نهاية الخمسينيات بكمية بلغت (٢,٥) مليون م^٣، فإن التطور الذي حدث فيما بعد أدى إلى تسارع الأهالي في امتلاك المزارع والتوسع فيها، ومن ثم التسابق في ضخ أكبر كمية من المياه لري مزارعهم، حتى بلغت حاليا أكثر من (١٨٠) مليون م^٣، هذه الكميات وعلى مدى ما يربو من (٣٥) عاما، كفيلة بأن تؤدي إلى هبوط مستويات المياه الجوفية - مع الأخذ في الاعتبار الكم الذي أضيف إلى الخزان الجوفي من التغذية - لدرجة أن المشكلة لا تقف عند هذا الحد بل تتعالم عاما بعد عام، إذ تبدأ المياه المالحة في هجومها على المياه العذبة بشكل يتناسب مع مستويات هذا الهبوط، ومع الكميات التي تم ضخها من الآبار، عملا بقانون حركة السوائل والضغط الهيدروليكي الذي يضاهي هبوب الرياح من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، ولا يقتصر إحلال المياه أفقيا Laterally Replacement (جانبيا)، وإنما تضاف إليه حركة رأسية للمياه المالحة انصياعا لشروط الإزاحة الرأسية Upward Displacement.

فالتسرب الأفقي يحدث من وسط شمال شبه الجزيرة باتجاه السواحل، ويخضع في ذلك لطبوغرافية الأرض، وهذا ما تؤكد عليه خطوط الملوحة المتساوية التي تنهج نفس الاتجاه (الخرائط أرقام ٦-٣٥، ٣٦، ٣٧)، ونتيجة للضغط المتزايد الذي لوحظ على عمليات استخراج المياه الجوفية في الجزء الشرقي والشمالي من النصف الشمالي، وحدث العديد من مخاريط الإنضاب Cones of Depression في مناطق تركيز الآبار، والانتشار الواسع للرقع الزراعية، أن حدث تعديل على وضعية التسرب الأفقي في هذين الاتجاهين.

لا يقتصر تسرب المياه الجوفية جانبيا فيما بين الطبقات الخازنة له على اليابسة، وإنما يأتي على شكل موجات غازية Intrusion Waves من مياه البحر المالحة صوب مياه الطبقات التي تعرضت مناسيب مياهها للانخفاض إلى ما دون منسوب مياه البحر، بسبب الإفراط في استخراج المياه، ولم تنل قسطا من التغذية الجوية تعوض ما فقدته، وفي هذا نسترشد بحالة الضغط الجوي وهبوب الرياح إلى وجود علاقة

بين المياه العذبة والمياه المالحة الأكثر كثافة، فإذا تزايد استخراج المياه الجوفية العذبة إلى درجة أدت إلى انخفاض التدفق الطبيعي لها، فإن جبهة المياه المالحة ستتقدم صوب اليابسة لتملأ الفراغ الذي خلفه الاستغلال المفرط للمياه العذبة.

ولتقييم هذه العلاقة لطبقتين من المياه الجوفية العذبة نسوق المثال التالي: فبالنسبة للطبقات العليا الخازنة للمياه العذبة، نفرض أن جبهة المياه المالحة تتقدم بين الشمال والجنوب على طول (٨٠) كم، وأن المستخرج تفوق على التغذية بكمية بلغت (٥) مليون م^٣/السنة، وأن سمك الطبقة الخازنة للمياه يبلغ (٢٠) م، ومعامل تخزينها يساوي (٠,٠٠٤)، فتكون النتيجة كالتالي:

$$\text{نسبة معدل تقدم الجبهة المالحة} = \frac{10 \times 5}{0,004 \times 10 \times 80 \times 20} = 781,25 \text{ م/السنة}$$

أي في حدود (٨٠٠) متر/السنة، بعد أقصى يُبلغ نحو (١٠٠٠) م/السنة، أما بالنسبة للطبقات الدنيا، فلنفرض أن جبهة المياه المالحة تبلغ كسابقتها (٨٠) كم، وأن المياه المستخرجة تزيد على المياه المالحة المتدفقة بحوالي (٢٠) مليون م^٣/السنة، وأن سمك الطبقة الخازنة للمياه يبلغ (١٠) م بتوصيل هيدروليكي يبلغ (٠,١٠)، والنتيجة تكون كالتالي:

$$\text{نسبة معدل تقدم الجبهة المالحة} = \frac{10 \times 20}{0,1 \times 10 \times 80 \times 10} = 250 \text{ م/السنة}$$

بعد أقصى يبلغ حوالي (٥٠٠) م/السنة، وتعليقا على ما سبق نقول: إذا كانت الكميات المستخرجة من المياه أقل من كميات التغذية، فإن حالة مقبولة من التعادل قد تحدث، أما إذا حدث عجز للمياه المستخرجة، فسيكون هناك إحلال للمياه المالحة، وأن جبهة المياه المالحة ستستمر في تقدمها إلى ما لا نهاية، بحيث يكون معدل التقدم مرتفعا اتجاه مركز استخراج المياه الرئيسي (إكلستون، ١٩٨١، ص ٣١/١٣).

أما التسرب الرأسى فيحدث من أسفل إلى أعلى، وهو ما نعتناه بعملية الإحلال، أي أن تحمل مياه الطبقات المالحة السفلى مكان مياه الطبقات العذبة التي تعلوها نتيجة استنزافها، وربما يؤدي اختراق بعض الآبار المنتجة منها أو الاختبارية

لطبقتين مختلفتين من المياه إلى اختلاطهما أو إلى تلوث مياه بعض الآبار المجاورة (راجع ص ٥٨٥)، وتظهر هذه التداخلات في الممر الذي يمتد بين روضة راشد والدوحة حيث تحل مياه طبقة أم الراضومة المالحة محل مياه طبقة الرس التي تم استنزافها وتراجعها، ويمكن الرجوع لخرائط خطوط توزيع الملوحة، والقطاع الرأسي للبئر رقم p22a.

وتجدر الإشارة إلى أن استعمال المياه المالحة أو المملحة في الزراعة قد يضر بالمحاصيل ويلوث التربة، فينبغي ألا يزيد مجموع الأملاح الذائبة عن (١٥٠٠) جزء/المليون، فكان لابد إذن من اختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحة، فارتفاع نسبة الصوديوم وانخفاض نسبة الكالسيوم - مثلاً - يخلق مشكلات من استعمال المياه من هذا النوع، وكلما كانت العلاقة بينهما طردية فإن ارتفاع نسبة الصوديوم في مياه الري لا يجعلها ضارة.

كما أن الأملاح الزائدة في مياه الري عن حدها المطلوب تلوث التربة، وتجعل منها على المدى البعيد أو القريب - حسب حالتها - تربة غير صالحة للاستخدام أو أنها تحتاج إلى غسل متواصل وصرف جيد وأسمدة ضرورية، فلو استعملنا (١٠٠٠)م^٣ من مياه الري تحتوي على أملاح ذائبة نسبتها غرام واحد/لتر، فمعنى ذلك أننا أضفنا (١٠٠٠)كغم من الأملاح لكل هكتار من الأرض، وهي أكثره حدة لو كانت كمية الأملاح الذائبة تبلغ (١٠) غرام/اللتر، فإن (١٠٠٠٠)كغم من الأملاح تضاف للهكتار الواحد، والنتيجة تتلخص في أن التربة تزداد ملوحتها بعد (٢٠) عاما من الري بمقدار يتراوح بين (٢٠-٢٠٠) طن ملح/هكتار على التوالي، مما يرفع من معدل ملوحة التربة بمقدار يحوم حول (٤، ٠٪ - ١٠٪) (حسن عبد القادر، ص ١٤٠، ١٤١).

ج/ ٩ مشكلة تلوث المياه الجوفية:

مما لا شك فيه أن قطر لا تعتمد على المياه الجوفية لسد حاجة السكان، وإنما لجأت إلى إزالة ملوحة مياه البحر لتغطية احتياجاتهم، ولكن السؤال المطروح هو كيف تلبي متطلبات الزراعة وتوفر أسباب تطورها من مياه خالية من التلوث؟ فالأمطار في قطر كما نعلم قليلة ونادرة، فكانت المياه الجوفية الملاذ الوحيد لقيام الزراعة وتطورها، من هنا برزت الحاجة لدراسة مشكلة تلوث المياه الجوفية، فمع

تزايد التطور على المستويات المختلفة حضريا وريفيا، اجتماعيا واقتصاديا، صحيا وتعليميا، صناعيا وزراعيًا، طفت على السطح العديد من المشكلات، من بينها تلك التي تتعلق بالمياه، هذه المياه أضحت نتيجة لهذا التطور تعاني من مشكلة التلوث، فهذه المشكلة ذات بعدين، بعد طبيعي وآخر صناعي.

١/ج/٩ التلوث الطبيعي للمياه الجوفية:

يحدث التلوث الطبيعي نتيجة تدفق وسريان المياه الجوفية ضمن طبقة بها ترسبات ملوثة فتمتزج مياهها، أو أن تذوب بعض عناصر الترسبات في المياه، فقد تبين في عام ١٩٧٨ أن المياه العذبة في مدينة الدوحة تتدفق باتجاه البحر عبر كهف يقع عند الساحل بجوار متحف قطر الوطني، وأن المياه قد تلوثت في هذا الموقع بدرجة كبيرة، ومن المحتمل أن تكون نوعية المياه التي تمت تغذية الطبقة الخازنة بها ملوثة بمياه البواليع Sewage (المجاري)، وفي الحزام الأوسط من شبه جزيرة قطر، حيث تنشط عمليات تحلل وإذابة الأنهيدرايت، فتتسع الفراغات البينية، ويحدث تفريغ تجويفي، فتزداد معدلات المسامية والنفاذية يصحبها تزايد في معدلات الانتقالية، فإذا أضفنا لهذه الخصائص استخراج المياه المفرط، حدث تلوث طبيعي وتدهور للمياه الجوفية، فالإذابة والتحلل أضافتا كما من الأملاح، وانخفاض سمك طبقة المياه العذبة أدى إلى صعود مياه الطبقة السفلى المالحة، وسهولة انتقال المياه قد يسمح بحركة أفقية وغزو لمياه البحر، كما يحدث الآن على طول الساحل القطري من الوكرة جنوبا باتجاه الشمال حتى دوحة أمسيود على الساحل الغربي.

٢/ج/٩ التلوث الاصطناعي للمياه الجوفية:

يبدو أن التلوث الطبيعي للمياه الجوفية لا خيار لنا في بعض حالاته، اللهم إلا اتباع مخطط تقني في استخراج المياه، والحد من الإسراف، أما التلوث الاصطناعي فعلى نفسها جنت براقش، إذ يحدث هذا النوع عن طريق ما يتسرب من مياه سطحية ملوثة، والأمثلة كثيرة، فري المزروعات يعتمد في الوقت الحاضر على ضخ المياه الجوفية في المكان الذي تستخدمه ضمن المزارع الواقعة في المنخفضات، هذه المنخفضات تعتبر كذلك بؤر Foci لتجميع مياه الجريان السطحي الناتجة عن أمطار العواصف، والتغذية غير المباشرة، والمياه العائدة من الري Irrigation Return، إضافة إلى ما يحدث من عمليات تسرب بجوار آبار الإنتاج.

أضف إلى هذا، ما يترسب من أملاح متباينة على سطح التربة نتيجة عمليات التبخر وخاصة في فصل الزراعات الصيفية، فإذا ما رويت هذه التربات أو غمرت بالمياه، نَصَّتْ هذه الأملاح باتجاه الباطن Leached Downwards حيث الطبقات الخازنة للمياه الجوفية فتلوّثها أو تزيد الطين بلةً، ولا أخال القائمين على ري المزروعات - خاصة في مزرعة الحكومة - يجهلون الأثر الذي يترتب على تزايد النترات Nitrate المشتقة من المخصبات الأزوتية Nitrogenous Fertilizer، وما يصيب المياه الجوفية من تلوث، ولا يغيب عن ناظر أحد -وأخص رواد الروضات- ما يلقي من نفايات وبقايا أطعمة فيها، هذه المخلفات التي لا ندرك مخاطرها إذا تحللت بعد أن تتعفن، تنفذ إلى الطبقات الخازنة للمياه الجوفية فتعمل على تسممها.

وليس أدل على مشكلة التلوث ما أصاب كتلة المياه الجوفية العذبة المتجمعة فوق مياه مالحة في منطقة الدوحة، فقد زاد مجموع الأملاح الذائبة في مياهها على (١٠٠٠٠) ملليجرام/ اللتر، ويحتمل أن يكون سبب ذلك تسرب المياه من خزان المياه العذبة الرئيسي، أو من المياه التي ترشح بعد ري أشجار الشوارع والحدائق، أو من مياه البالوعات Sewers وأنابيب المجاري، أضف إليها مخلفات المصانع والورش والمشاحم وبعض المحاليل الكيماوية والزيوت.

لم يقتصر التلوث الاصطناعي على المناطق الداخلية فحسب، بل شمل كذلك الشواطئ القطرية، وحسبنا أن نشير في هذا المقام إلى تكرار ما تتعرض له الروضات قد يحدث على الشواطئ وبشكل أكثر خطورة إذا وضعنا في الاعتبار بقع الزيت أو نفاياته، ومن منا لم يتابع في عام ١٩٨٠ الحادثة التي تعرض لها بئر الزيت، وما نجم عن ذلك من تلوث المنطقة الممتدة على طول خط الساحل المواجه له، وكيف أنه أثار العديد من المشكلات، من بينها كيفية التخلص Disposal من جميع النفايات المتراكمة حول الشواطئ.

فالمخلفات والنفايات التي يتم جمعها من المنازل والمحلات التجارية، تشكل مشكلة بيئية رئيسة، خاصة في مناطق الكثافات السكانية المرتفعة، فالتقدم الصناعي في بلد بترولي كقطر يوفر مصادر لا حدود لها من المخلفات السائلة التي نعني بها مياه المجاري، ومخلفات صلبة وهي النفايات Garbages والعوادم (النفل) Trash،



وحديثنا يركّز هنا على المخلفات الصلبة والعوادم، فهذه المخلفات - وفي حدود معرفتي - تنقل بسيارات خاصة لها إلى منطقة تقع إلى الجنوب من مطار الدوحة الدولي تعرف لدى العامة (بالمحرقة)، وفي المطرح هذا Dump تحرق النفايات بنيران متجمرة غير ذات لهب Smoldering.

د/٩ المحافظة على المياه الجوفية:

على ضوء الدراسة السابقة لموارد المياه الجوفية، وما توصلنا إليه من نتائج عن وضعيتها، أحاول أن أضع تصورا لما يجب أن نتبعه للمحافظة على ما يتوافر من مياه جوفية، والعمل على ديمومتها، وفي هذا السياق لا بد أن أذكر قبل أن أسترسل في الحديث بقول الله تعالى: ﴿أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٧٨﴾ أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونَ ﴿٧٩﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أَجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٨٠﴾﴾ [الواقعة]، ﴿هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾﴾ [النحل].

وإذا استقرأنا هذه الآيات، نلاحظ أن المحافظة على المياه نداء إلهي، ولتحقيق ذلك نعرض لهذه المقترحات التي حاولت تصنيفها كالتالي:

د/٩ كيفية استغلال المياه الجوفية:

لا بد بداية أن نحري مسحا شاملا للوقوف على موارد المياه كما وكيفا، وأن نحدد مناطق وجودها، ومصادر تغذيتها، وخصائص الطبقات الخازنة لها، وأن نحصر مواطن الزراعة ومراكزها، ونوعية المحاصيل التي تناسب ترباتها، ومواقع حفر الآبار فيها، والمسافات التي تفصل بينها، ثم يتم استغلالها بقدر يتناسب مع كمياتها ونوعياتها، فلا بد أن نعرف الكم الذي يجب أن نستهلكه أو نضخه لري المزروعات ومتى، ونختار أصلح الطرائق وأنسبها، كأن يضع الإعلام الزراعي برامج توعية يحدد فيها - على ضوء نوعية المحاصيل الزراعية، وخصائص التربة، والمعطيات المتوافرة - حاجاتها من المياه، ومدى ملأمتها لها، وتحملها للملوحتها، ويُرشّد من خلالها المزارعون وذوو الشأن إلى ضرورة اتباع التعليمات والترشيد في الاستهلاك للحد الذي يحفظ لنا هذه النعمة، ويحمي التربة من التملح والتدهور.

د/٩ كيفية التقليل من ملوحة مياه الآبار:

نعلم أن استخراج المياه المكثف، واستنزافها المتواصل، والإسراف العشوائي لها، والاستغلال غير المسؤول، تؤدي إلى تملح مياه الآبار بطريقة أو بأخرى،

ولكي نبقى على عذوبة المياه في آبارنا، وعدم الوصول إلى درجة يستحيل معها الاستفادة منها بشكل يساير حجم التزايد السكاني، ويواكب مراتب التطور الزراعي، أقترح العمل بالتالي:

(أ) إغلاق الآبار التي تملحت مياهها أو أوشكت على ذلك مؤقتاً، وعدم استخدامها لمدة تتراوح بين (٧-١٠) سنوات، اعتماداً على المعايير التي أوردناها عند دراسة احتمالات سقوط الأمطار، هذه المدة ربما تكون كافية كي تعوض الآبار ما فقدته، وتجدد ما استنزفته؛ لأن الملوحة في هذه الحالة تتورع على حجم من المياه أكثر.

(ب) فإذا فطن المسؤولون إلى تغذية الخوض الجوفي الشمالي مباشرة من مياه السيول، بحفر (٣) آبار في روضة القرس، (بترين) بالهشم، وإذا كانت هذه التجربة التي تساهم في زيادة معدلات التغذية من مياه الأمطار بنسبة (٣٠٪)، وتحمي المزارع من طغيان المياه السيلية، فإنني أرى أن تعمم هذه التجربة على مناطق تجمعات المياه، والمناطق الزراعية التي تتأثر بمياه السيول في شبه الجزيرة على حد سواء، دون الاقتصار على منطقة بعينها ما دامت خصائص الطبقات الخازنة لها تتميز بمسامية ونفاذية ومعدلات سريان عالية تسمح للمياه بالانتقال أفقياً من موقع إلى آخر، ولعل الحفر أو البرك الاصطناعية المحمية ذات الأحجام المناسبة أفضل وسيلة للاستفادة بأكبر قدر ممكن من مياه الأمطار، بدلاً من ضياعها بواسطة التبخر، أو تعرضها لمشكلة التلوث.

٣/٩ حماية المياه الجوفية من أخطار التلوث:

عرضنا فيما سبق لمشكلة التلوث، وخلصنا إلى طرح ملوثات طبيعية وأخرى اصطناعية، ونرى أن الحماية من الملوثات الطبيعية تكمن أولاً في صيانة المياه الجوفية من الهدر والاستغلال غير المنظم، وكبح سلوك التسابق بين الملاك في ضخ أكبر كمية ممكنة لري أراضيهم، واستصدار تشريعات صارمة تمنع أصحاب المراكب والسفن ورواد الروضات والشواطئ القطرية من إلقاء المخلفات والنفايات وبقايا الأطعمة التي تشوه الصورة الجميلة لهذه الأماكن وتلوث المياه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، والعمل على تبني تجربة الحفر والبرك المحمية لتغذية الخزان الجوفي بمياه مطرية عذبة تخفف من حدة التلوث القلوي أو التملح الناتج عن إذابة الترسبات الباطنية.



أما الملوثات الاصطناعية وحماية المياه الجوفية منها، فمما لا شك فيه أن المسؤولين في قطر استوعبوا هذا الجانب جيدا، فأنشأوا معملا في موقع مسيمير، يتم فيه تجميع المياه الملوثة والمجاري، ومعاملتها كيمائيا وتصفيتها، ومن ثم استخدامها ثانية في ري بعض المزروعات، وينبغي عند الشروع في مد شبكات المجاري أن يأخذوا في الاعتبار أساليب حديثة منظمة، ضمانا لعدم حدوث تسرب مثل هذه الملوثات إلى المياه الجوفية كما حدث وتسربت في منطقة متحف قطر الوطني، ولا يفوتنا في هذا المقام إلا أن نؤكد على دوام متابعة ومراقبة ما قد يستجد من تغيرات على نسب التلوث مخبريا، للوقوف على الأسباب والمصادر، لأن وصف العلاج وتحديد نوع الدواء يتوقف بلا شك على التشخيص السليم للداء.

وفي هذا السياق نتناول عمليات التخلص من المخلفات الصلبة والعوادم، فهناك طريقتان، الطريقة الأولى: وتتمثل في ترميدها (أي تحويلها إلى رماد) أو كربنتها تحت درجة حرارة عالية Incineration، والطريقة الأخرى طريقة دفن المخلفات صحيا Sanitary Landfill، هذه الطريقة لا يتم فيها حرق المخلفات، وإنما تدفن في حفر أرضية وتغطي بطبقات رملية أو صلصالية واقية (Strahler, 1978, p. 274)، على أن تكون المنطقة غير مشبعة بالمياه Unsaturated، والذي قد يحدث رغم ذلك أن تخضع هذه المجمعات للتفاعل مع ما يرشح من مياه الأمطار أو يتخلل سطح الأرض Percolated.

تستخلص Pick up مياه الرش العديد من الأيونات من كتلة النفايات والمخلفات، وتنقلها نحو الباطن على أنها غيض التربة (تحويل) Leachate إلى حيث يقع منسوب المياه الجوفية، فيختلط بها ويتقل معها إلى حيث تتدفق، فإذا كانت التربة في منطقة تجمع المخلفات والنفايات مفككة، يسهل تسرب مياه الأمطار، وإذا خلت المنطقة من النباتات قلما تحدث عمليتا التبخ والتبخر Evapotranspiration، فتعاضم تغذية الخزان الجوفي، ويتحقق ما يمكن أن نطلق عليه تسنيم (من سنام الجمل) منسوب المياه الجوفية Mounding of Water Table. فغيض المخلفات في هذه الحالة يتحرك من منطقة التسنيم على نحو إشعاعي باتجاه الخارج إلى المناطق المجاورة التي يقل مستواها عن سطح المياه الجوفية، ومثالنا يركز

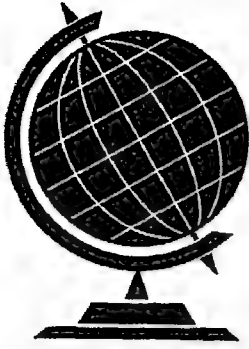
على بئر منتجة يميزها مخروط الإنضاب Cone of Depression (مخروط الاستنفاد Exhaustion)، هذه البئر تجذب إليها المياه الجوفية من المنطقة المجاورة، فبحكم الاتصال Linkage بين موقع التخلص من النفايات ذي التدفق الخارجي Outward وبين البئر المنتجة ذي التدفق الداخلي Inward يتقل غيض التربة إلى البئر، ملوثة بذلك مياهه وهذا ما يحدث في حالة المياه المعالجة التي تسلك نفس المسلك.

يتبادر إلى الذهن أن حل مثل هذه المشكلات يكمن في اتخاذ الخطوات التالية: الخطوة الأولى احتراسية، مبنية على علم مسبق بموقع التخلص من المخلفات وبالأبار التي يمكن أن تتأثر به، ولذا يتم حفر آبار مراقبة Monitor Wells على طول الخط الفاصل بين موقع النفايات والأبار المنتجة، أما الخطوة الثانية فتتمثل في إجراء الفحوص الكيميائية المخبرية للتأكد من وجود غيض المخلفات من ناحية، وتحديد اتجاه ومقدار انحدار سطح المياه الجوفية من ناحية أخرى، وبناء على هذه المعطيات يمكن وقف أو منع حركة غيض التربة باتجاه البئر بإحلال آبار تغذية وإنشاء تجمع للمياه الجوفية العذبة بمخروط عكسي، بمعنى أن تتمكن هذه البدائل من تحويل حركة غيض المخلفات الملوثة للبئر المنتجة بعكس الاتجاه، وكفى الله المؤمنين شر التلوث.



الباب الثاني

الجزر القطرية



الفصل السابع

الخصائص العامة لمياه قطر الإقليمية

أولاً: الموقع والمساحة.

ثانياً: خطوط الأعماق.

ثالثاً: ملوحة المياه السطحية.

رابعاً: حركة الأمواج.

خامساً: حركة المد والجزر.

سادساً: التيارات البحرية.

سابعاً: الارتفاع القاري.

أولاً: الموقع والمساحة:

تمتد دولة قطر (شبه جزيرة قطر والمياه الإقليمية بما فيها الجزر) بين خطي عرض (٢٢° ١٨' ٢٤" ، ٣٠° ١٧' ٢٧") شمالاً، وبين خطي طول (٣٠° ٥٠' ٥٣" - ٩° ٥٣' ٥٣") شرقاً (دولة قطر، صناعة الزيت في قطر، ١٩٧٧)، ويعني ذلك أنها ترتكز على محورين: الأول: شمالي - جنوبي يمتد إلى أكثر من درجتين عرضيتين ونصف، بحيث تبلغ المسافة بين أقصى امتداد لطرفيه (٨, ٣٠٣) كم، فإذا ما عرفنا أن أقصى طول لشبه جزيرة قطر بين الرويس المطلّة على الساحل الشمالي، وأبعد نقطة على الحدود الجنوبية يبلغ (١٨٨) كم، فإن المسافة بين الرويس وحدود الجرف القاري القطري الشمالي تبلغ أكثر من (١١٥) كم تقريباً. والثاني: شرقي - غربي يقع ضمن حدود درجتين طوليتين ونصف تقريباً، ويبلغ طوله (٢٣٢) كم، وبما أن المسافة بين الساحل الشرقي والساحل الغربي تصل إلى (٨٠) كم في خط مستقيم، فإن عرض القطاع البحري على كلا جانبي الساحل يبلغ أقصاه (١٥٢) كم، تنال الجبهة البحرية الشرقية النصيب الأكبر منه [حُسِبَت الأبعاد على أساسين، الأول: المسافة الحقيقية بين كل درجتين عرضيتين تعادل (٦٩) ميلاً أي (٤, ١١٠) كم. والثاني: أن المسافة الحقيقية بين كل درجتين طوليتين تعادل (٦٠) ميلاً أي (٩٦) كم] (يوسف تونني، ١٩٦٢، ص ٢١٢-٢١٣)، وهي بهذا الموقع وذلك الامتداد تغطي مساحة قدرت بحوالي (٩, ٢٢٢٧١) كم² مورعة على النحو التالي:

١- مساحة شبه جزيرة قطر تبلغ حوالي (١١٧٥٠) كم².

٢- مساحة الجبهة البحرية (بدون الجزر) (١٠٤٣٤) كم².

٣- مساحة الجزر القطرية (٨٧, ٨٦١) كم².

وتجاور في موقعها هذا كلا من دولة البحرين والمملكة العربية السعودية كما تشاطر كلا من دولة الإمارات العربية المتحدة وجمهورية إيران الإسلامية الجرف القاري الذي يمتد على طول الجبهة البحرية الشرقية والشمالية الشرقية والشمالية من دولة قطر، ويتفق مع خط طول (٩° ٥٣' ٥٣") شرقاً (خريطة رقم ٧-١). ولعل دولة قطر بالنسبة للموقع الفلكي تتأثر بقدر كاف من الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة التي لا تقل في فصل الصيف عن (٣٥) مئوية في المتوسط،



وبهذا الامتداد داخل مياه الخليج شأن في الأحوال المناخية، إذ حقق لها إمكانية تصيد الرياح الشمالية والشمالية الغربية وما يصاحبها من أعاصير المتوسط، تجلب لها الأمطار الشتوية، كما أن لهذا الامتداد دورا في ازدهار كثير من مواني قطر إبان كان الخليج العربي أحد الطرق البحرية الهامة، وبحكم اتساع جبهتها البحرية أمكنها السيطرة على طرق الملاحة، وتحركات السفن على المحاور المختلفة في الخليج العربي، بل لعل طول الجبهة البحرية حقق لدولة قطر فرص الاتصال البحري مع دول الخليج العربي وجنوب شرق آسيا. زاد من أهميتها فيما بعد اكتشاف البترول، نالت على إثره الدول المطلة على الخليج حظها من التقدم والتطور في مختلف مناحي الحياة الاجتماعية والاقتصادية والعمرانية.

ثانياً: خطوط أعماق المياه الإقليمية؛

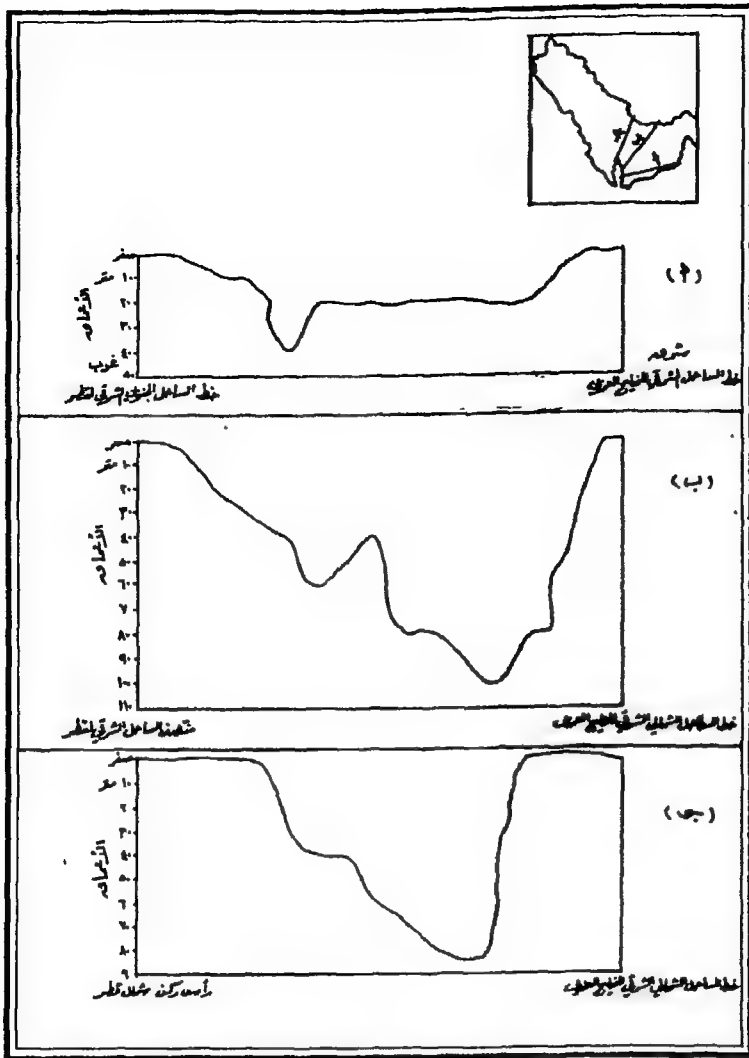
يتميز قاع الخليج العربي ضمن المياه الإقليمية لدولة قطر بضحولته وقلة الأعماق فيه، ويعزى ذلك إلى أن قاع الخليج العربي قد تأثر بحركة الالتواءات الألبية، فاستجابت لها الوحدات التي تحيط به بدرجات متفاوتة، فقد خضعت منطقة راجروس الواقعة على الجانب الشرقي للخليج العربي خضوعاً تاماً، حيث كانت مقاومتها للحركات الرافعة والضاغطة ضعيفة، فالتوت إلى أعلى مكونة سلسلة جبال راجروس، أما منطقة الدرع العربي فقد قاومت هذه الحركات بقدر محدود، فتأثرت بعض هوامشها الشرقية ورفرفها القاري، فالتوت التواءات خفيفة، كان من أهم آثارها حوض الربع الخالي وحوض الدبدبة الذي يعتبر الخليج العربي امتداداً لهما.

وإذا حاولنا استقراء (شكل رقم ٧-٢) و(شكل رقم ٧-٣)، فإن حقائق جملة ستوضح لنا، نوردها على النحو التالي:

- ١- تزداد أعماق المياه بالاتجاه بعيداً عن سواحل شبه جزيرة قطر، وهي على الجانب الشرقي أكثر وضوحاً - حيث تتقارب خطوط الأعماق - منها على الجانب الغربي التي تبدو فيها خطوط الأعماق متباعدة، وتفسر ذلك أن خليج سلوى محدود في مساحته قياساً بالخليج ككل، وإن الرواسب التي يستقبلها خليج سلوى، سواء تلك التي تذررها الرياح من الجانب الغربي السعودي، أو



الشرقي القطري (بالنسبة لموقع خليج سلوى)، أو تلك التي تنقلها التيارات البحرية من منطقة شط العرب، كفيلة بأن تغدو الأعماق معها ضحلة.



شكل رقم (٧-٢٣) قاطعات عرضية لقاع الخليج العربي ومياه قطر الإقليمية

دخان، ولعل الأعماق في هاتين المنطقتين تتأثر بما يسود نقيان قطر والجزء الجنوبي من دخان من رواسب رملية سائبة ساهمت بشكل أو بآخر في قلة الأعماق، فَرَّقَ الماء فيهما.

ويتراوح عرض المنطقة الأولى ما بين (١٠٠ و ٤٠٠) م، بينما لا يزيد في الثانية على (٧٠) م كمعدل عام، وفيما عدا ذلك فإن خط أعماق (٥-٠) م يأخذ في الابتعاد عن خط الساحل حيث يتفاوت عرض المنطقة من (١,٧٥) كم

بين رأس لفان والحويلة، إلى (٣) كم مقابل مدينة الوكرة، ويبلغ أقصى عرض للمنطقة التي يشغلها خط أعماق (-٥) م بين (٢٠) كم على الساحل الغربي وخاصة القطاع البحري الذي يقع ضمنه أرخبيل جزر حوار، إلى (١٠) كم مقابل دوحة مسيعيد، بحيث يشمل اللسان الرسوبي الجنوبي الشرقي من فشت العريف بما فيها جزيرة البشيرية، فضلا عن ذلك تتسع المنطقة التي تقع ضمنها جزيرتي العالية والسافلية، وقبالة سميسة والخور والذخيرة.

٣- خط أعماق (-٥ إلى -١٠) م، يبدأ هذا الخط إلى الشمال قليلا من مصب الزيت في مسيعيد، ويتفق مع خط عرض (٢٤°٥٤') شمالا، ويعرض يبلغ حوالي (٥٠٠) م، ثم يتبعد عن الساحل مقابل مسيعيد متأثرا باللسان الرسوبي الجنوبي الشرقي لفشت العريف، وأمام المنطقة الممتدة بين معسكر الدحيل والخور، حيث يبلغ عرضه في هذا القطاع أكثر من (٢٧) كم، وتقع عند حدوده الغربية كل من جزر السافلية والعالية والمركات (المكيار)، ويعني ذلك أن هذه المنطقة تتأثر بشكل واضح بحركة التيارات البحرية الساحلية التي تعمل على ملئها بالإرسابات، يساعدها في ذلك حركة الرياح السفلية الغربية أو الشمالية الغربية التي تعسف الرمال من منطقة الخور والذخيرة وتلقي بها في تلك المواقع، مما يؤدي إلى رزحة خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل.

وإلى الشمال من رأس لفان يبدأ خط أعماق (-١٠) م بالاقتراب من الساحل ويستمر حتى الطرف الشمالي لرأس ركن، وتفسير ذلك يكمن في أن هذا القطاع يتأثر نوعا ما بعمليات النحت البحري وبالتالي جرف الرواسب وتعميق المنطقة، يأخذ خط الأعماق بعدها بالابتعاد على طول القطاع الساحلي الشمالي الغربي المواجه لمنطقة الزيارة وشبه جزيرة أم حيش حيث يحتضن كلا من فشت الديبل وقطعتي جرادة والشجرة والأجزاء الشرقية من فشت أدهم، وجميعها يتميز بشعابه المرجانية وشطوطه الرملية، وإلى الجنوب يشغل المنطقة المحصورة بين أرخبيل جزر حوار والحدود القطرية البحرينية، ثم يقترب ثانية من خط الساحل في المنطقة المحصورة بين خطي عرض (٢٥°١٠' و ٢٥°٣٩') شمالا.

٤- خط أعماق (-١٠ إلى -١٥) م، تتمثل هذه الأعماق في المنطقة الساحلية الجنوبية الشرقية، وحول جزيرات الأسحاط وجزيرة شراعوه، يحدها من الشمال

المنطقة الهلالية لفشت العريف، وتتفق حدودها الشرقية مع خط طول ٤٠° ٥١ شرقاً، ويمتد منها شريط باتجاه الشمال حيث يتسع إلى الشمال مباشرة من رأس ركن حتى يقابل الحدود الشمالية الغربية للجرف القاري القطري، أما على الساحل الغربي فتتمدد على محور طولي يوازي خط طول (٤٠° ٥٠) شرقاً.

٥- خط أعماق (-١٥ إلى -٢٠) م، تحصر هذه الأعماق المنطقة الممتدة من حقل البندق باتجاه الشمال الغربي حيث تتسع على الجانبين وخاصة عند خط عرض الدوحة، ومنها تلتزم الاتجاه الشمالي في شريط ضيق حتى خط عرض الذخيرة، تنحرف بعدها نحو الشمال الغربي حتى حدود الجرف القاري، ويبدو أن هذه الأعماق لا تتمثل في خليج سلوى للأسباب التي تم رصدها سابقاً.

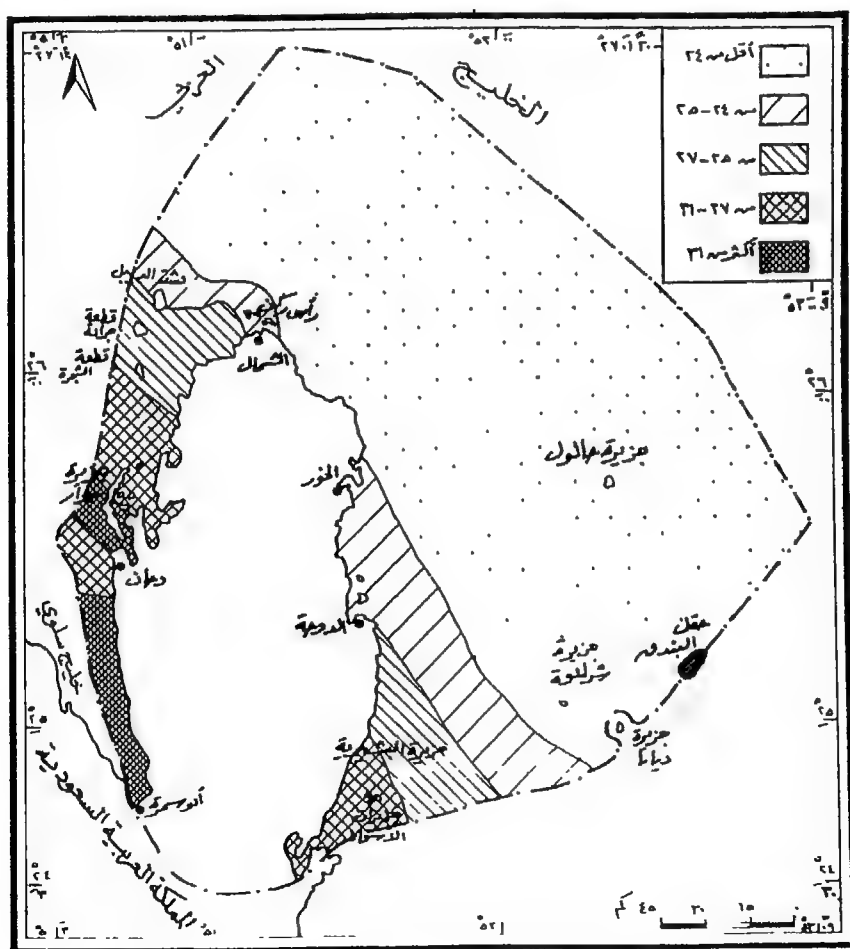
٦- خط أعماق أكثر من (-٢٠) م، يشمل بقية الجرف القاري القطري، وتقع ضمنه جزيرة حالول، بحيث لا تقل الأعماق حولها عن (-٢٢) م، وعلى بعد (٢٧) كم إلى الشمال الغربي من جزيرة حالول تتمثل أعماق أجزاء الرفرف القاري القطري، ويصل عمقه إلى حوالي (-٤٥) م، وهناك منطقة أخرى تقع على بعد (٤,٥) كم إلى الجنوب الغربي منها تصل أعماقها إلى (-٣٨) م، ويبدو أن هذه الأعماق القريبة من جزيرة حالول تميز الرفرف القاري وقاع الخليج الذي تقوس إلى أسفل بشكل جعل منه جرفاً قارياً شديداً الانحدار (شكل رقم ٧-٣)، وهو ترجمة حقيقية للحركات الأرضية التي تعرض لها قاع الخليج العربي خاصة والمنطقة بصفة عامة، وستُعزز هذه الحقائق عند دراسة الرفرف القاري القطري.

ثالثاً: ملوحة المياه السطحية:

تتميز مياه الخليج عامة ومياه قطر الإقليمية بصفة خاصة بدفئتها، حيث يتراوح متوسط درجات حرارة المياه السطحية صيفاً ما بين (٩٠° و ٩٢°) فهرنهايتية أي ما بين (٣٢,٢° و ٣٣,٣°) مئوية، أما في فصل الشتاء فإن تدرج درجات الحرارة يتفاوت في توزيعه بين الشمال والجنوب بقدر ما يتفاوت في قيمه، إلا أن المعدلات العامة لدرجات الحرارة تتراوح ما بين (٦٥° و ٧٥°) فهرنهايتية، أي ما بين (٣,١٨° و ٢٣,٩°) مئوية، وعلى هذا الأساس فإن دفء المياه ينجم عنه آثار هامة تتمثل في زيادة ملوحة المياه السطحية، من هنا يتفق توزيع خطوط تساوي الملوحة

Isoholines مع توزيع خطوط الحرارة المتساوية Isotherms، وخاصة في فصل الصيف، حيث تنشط عملية التبخر (شكل رقم ٧-٤)، فنجد أن أكثر قطاعات المياه السطحية ملوحة تتركز حول المنطقة الممتدة بين مركز حدود أبو سمرة ومدينة دخان، إذ تبلغ نسبته (٣٢) جزء في الألف، وتشمل فضلا عن ذلك الأجزاء الجنوبية والغربية من أرخبيل جزر حوار، وشبه جزيرة أروق.

ويعني ذلك أن خليج سلوى يتعرض لعمليات بخر شديدة خلال فصل الصيف، نظرا لصغر مساحته ورقة مياهه (ضحولتها)، مما يترتب عليه تخلف كميات كبيرة من الأملاح تضاف إلى كميات الأملاح المذابة في مياهه فتزيد من



شكل رقم (٧-٤)

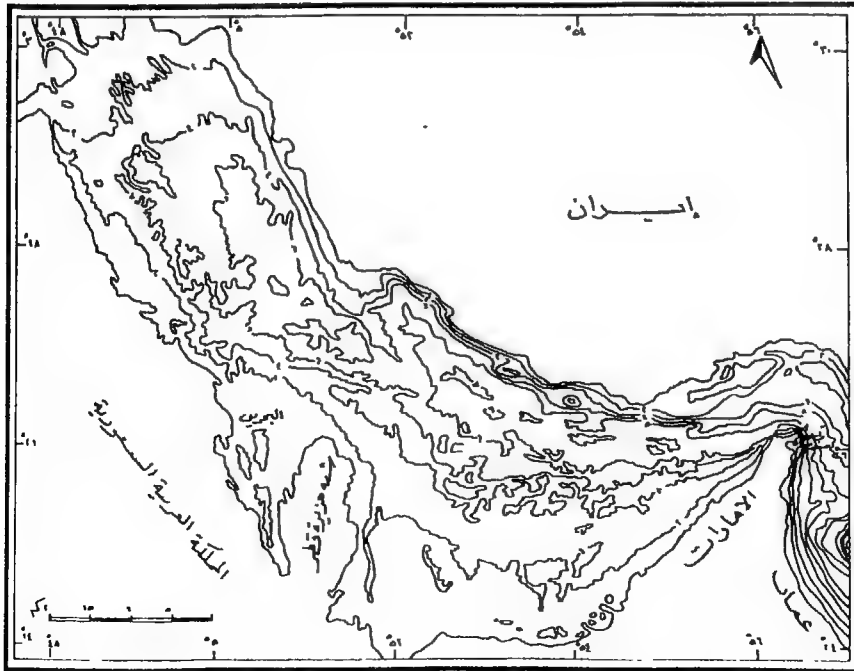
خريطة خطوط تساوي متوسط ملوحة المياه السطحية الإقليمية

لدولة قطر (حري في الألف)

نسبتها، وأن كمية الأمطار التي يستقبلها لا تعوض الفاقد من عملية التبخر، فتحتفظ مياهه بملوحتها القصوى. ونلاحظ أن نسب الملوحة تتناقص كلما اتجهنا نحو الشمال والشرق، إذ تحوم قيمها في أقصى شمال قطر وخاصة حول رأس ركن وكذلك في الشريط الساحلي الممتد من الدوحة حتى خور الذخيرة ما بين (٢٤ و ٢٥) جزء في الألف، فيما تبلغ حول جزيرتي حالول وشراعه أدنى قيمة لها فتتراوح ما بين (٢٣ و ٢٤) جزء في الألف، شأنها في ذلك شأن مياه الخليج أمام الساحل القطري الممتد من خور الذخيرة حتى المفجر.

رابعاً: حركة الأمواج؛

تتمثل أعمق أجزاء الخليج العربي التي تزيد على (-٨٠) م على الجانب الإيراني منه، (خريطة رقم ٧-٥) و (القطاعات رقم ٧-٣)، فيما تتراوح الأعماق في بقية أجزائه ما بين (-١٠ إلى -٨٠) م، وإذا عرفنا أن مساحته تبلغ نحواً من (٢٣٩٠٠٠) كم^٢، وأنه لا يتأثر بالرياح القوية التي تسود البحار



شكل رقم (٧-٥)

خريطة خطوط تساوي أعماق الخليج العربي

المفتوحة، لوجدنا أن لكل هذه الخصائص أكبر الأثر على حركة الأمواج فيه، إذ يبلغ معدل سرعة الأمواج (٢١) م/ث، على اعتبار أن طول الموجة في المياه الضحلة تتراوح ما بين (٣٠٠ و ٥٠٠) قدما، ويبلغ معدل ارتفاع الموجة حول سواحل قطر مترين، تصل في فصل الشتاء على إثر نشاط الرياح الشمالية والشمالية الغربية إلى (٦) م، وأن سرعة الموجة تتراوح ما بين (٥ و ٣٠) م وخاصة أثناء هبوب العواصف، أما انحدارها فلا يتجاوز (٠,٥) مترا. كان لهذه الخصائص أثرها في تشكيل السواحل القطرية وجزرها بظواهرات مورفولوجية متنوعة ومتباينة، كالجروف البحرية والرؤوس الصخرية والمسلات والألسنة والحواجز والشطوط الرملية، التي ما برحت أعلاما شاهدة على فعل الأمواج نحتا وإرسابا، تساندها كل من التيارات البحرية وحركة المد والجزر التي تعتبر من أبرز الظواهر الطبيعية في الخليج العربي.

خامسا، حركة المد والجزر:

تلعب حركة المياه البحرية (الأمواج، التيارات، المد والجزر) كما لاحظنا أثناء دراستنا للأشكال الساحلية دورا كبيرا في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية، وفي حركة الملاحة البحرية، وفي حركة خروج ودخول السفن من وإلى الموانئ القطرية، كما تؤثر في عملية صيد الأسماك وخاصة بطريقة الحظائر.

فالمد والجزر ظاهرتان طبيعيتان تحدثان يوميا، وتعرض لهما سواحل قطر وجزرها مرتين، ويرتبط حدوثهما بقوة جذب القمر للأرض، كما تخضعان لدوران الأرض حول نفسها أمام القمر والشمس، ولدوران القمر حول الأرض، وتستغرق الفترة التي يظهر فيها المد حول سواحل قطر وجزرها (٦) ساعات، يتبعها (٦) ساعات أخرى للجزر، وهكذا تتابعان دائما للدرجة أنه يحدث مدان وجزران كل (٢٤) ساعة و (٥٠) دقيقة، أو مرة كل (١٢) ساعة و (٢٦) دقيقة، أما ما يعرف بذروة المد العالي Spring Tide فإن حدوثها يتم مرتين في الشهر، إذا كانت الأرض والشمس والقمر على استقامة واحدة، تتفاوت في هذه الحالة قوة جذب كل من القمر والشمس للأرض، فتبلغ موجة المد أقصى ارتفاع لها (المد الكامل) عند هلال القمر وبذره، كما ترتبط ظاهرة المد والجزر في حوض الخليج العربي

بضحولة مياهه، وأبعاده التي لا تزيد على (٨٠٠) كم طولاً، (٢٩٠) كم لأقصى عرض له في الوسط، ولهذا تصل قوة حركة المد إلى (٣) م عند أطرافه وتقل بالاتجاه نحو الوسط، وقبل تطبيق هذه القواعد على حركة المد والجزر حول سواحل قطر وجزرها، نعرض للجدول التالي:

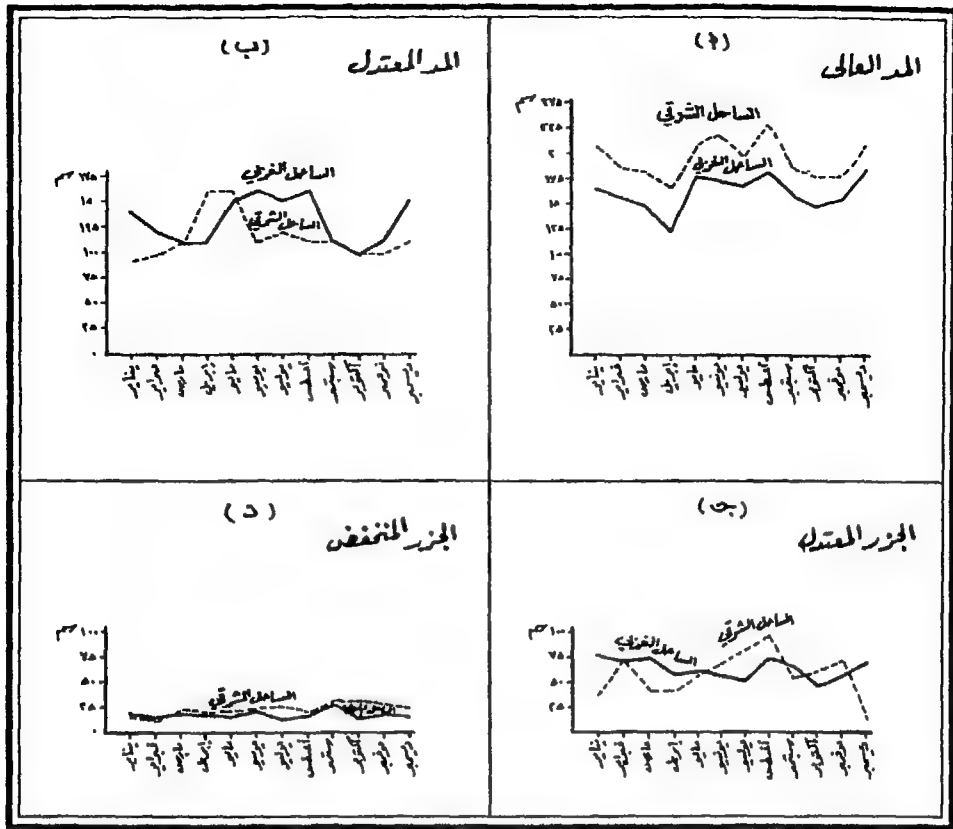
جدول رقم (٧-١)

معدلات المد والجزر حول سواحل قطر وجزرها (متر)

	الساحل الشرقي				الساحل الغربي			
	الثالثة مساء	الرابعة صباحاً	العاشرة صباحاً	الثامنة مساء	الثالثة مساء	الرابعة صباحاً	العاشرة صباحاً	الثامنة مساء
يناير	١,٦٨	٠,٩٢	٠,٣٦	٠,١٥	٢,١	١,٤	٠,٧٥	٠,١٨
فبراير	١,٦٠	٠,٩٨	٠,٧٢	٠,١٢	١,٩	١,٢	٠,٧٠	٠,١٦
مارس	١,٥٠	١,١١	٠,٤٥	٠,٢٢	١,٨	١,١	٠,٧٥	٠,٢٠
إبريل	١,٢٤	١,٦٠	٠,٤٢	٠,٢٠	١,٧	١,١	٠,٥٥	٠,١٨
مايو	١,٧٨	١,٦٠	٠,٤٨	٠,٢٢	٢,١	١,٥	٠,٦٠	٠,١٦
يونيو	١,٧٥	١,١	٠,٥٥	٠,٢٤	٢,٢	١,٦	٠,٥٥	٠,٢٢
يوليو	١,٧٠	١,٢	٠,٨٠	٠,٢٦	٢,٠	١,٥	٠,٥٠	٠,١٤
أغسطس	١,٨٤	١,١	٠,٩٠	٠,٢٢	٢,٣	١,٦	٠,٧٣	٠,١٦
سبتمبر	١,٦٠	١,١	٠,٥٥	٠,٣٠	١,٩	١,١	٠,٦٥	٠,٢٨
أكتوبر	١,٤٨	٠,٩٨	٠,٦٠	٠,٣٢	١,٨	٠,٩٨	٠,٤٥	٠,١٤
نوفمبر	١,٥٦	٠,٩٨	٠,٧٢	٠,٢٨	١,٨	١,١	٠,٥٥	٠,١٨
ديسمبر	١,٨٢	١,١	٠,١٢	٠,٢٤	٢,١	١,٥	٠,٧٠	٠,١٦
المعدل	١,٧٠	١,٣	٠,٦٢	٠,٢٤	٢,١	١,٦	٠,٦٤	٠,٢٠

ومن تحليل منحنيات المد والجزر (شكل ٦-٧ أ، د) واستعراض (الجدول السابق رقم ٧-١)، تتضح لنا الحقائق التالية:

- ١- تتفاوت قيم المد ارتفاعاً على السواحل الغربية، وانخفاضاً على السواحل الشرقية، فبينما تتراوح معدلاتها العامة في الأولى ما بين (١,٦-٢,١) م، لا تزيد في الثانية على المعدلات (١,٣-١,٧) م، وهو أمر طبيعي ما دمنا قد عرفنا أن حركة المد والجزر تتناسب عكسياً مع ضيق الرقعة التي تحدث فيها، ولما كانت الرقعة التي يشغلها خليج سلوى محدودة وضيقة وشبه مغلقة، ومياهها ضحلة، فإن حركة المد تظهر فيها بشكل واضح.



شكل رقم (٧-٦)

منحنيات المد والجزر موزعة حسب شهور السنة

٢- تظهر قمتان للمد العالي في شهر أغسطس، تتمثل الأولى على طول السواحل الشرقية وبمعدل (١,٨٤) م، وتتمثل الثانية على طول السواحل الغربية وتصل قيمتها إلى (٢,٣) م.

٣- تنحصر أدنى قيمتين للمد العالي في شهر أبريل، تبلغ الأولى (١,٢٤) م، وتمثل السواحل الشرقية، بينما تبلغ الثانية (١,٧) م على السواحل الغربية، وهي قيمة تتعادل والمعدل العام للمد العالي على السواحل الشرقية في الثلاثة مساء (راجع شكل رقم ٧-٦).

٤- تفرد حوالي (٥٠٪) من الفترة بمعدلات لا تزيد في قيمها على (١,٦) م على الساحل الشرقي، بينما ترتفع هذه القيم في نفس الفترة لتصل إلى (١,٩) م على الساحل الغربي.



٥- تتفاوت معدلات المد في بقية الفترة (٥٠٪) ما بين (١,٦٨ و ١,٨٢)م على الساحل الشرقي، في حين ترتفع هذه المعدلات في ذات الفترة لتبلغ (٢,٢-٢)م على الساحل الغربي.

٦- تحوم قيم المد المعتدل (شكل رقم ٦-٧ ب) حول المعدلات (١,٩٢, ١-١,١)م على الساحل الشرقي، علما بأن (٦٧٪) من الفترة لا تقل معدلاتها عن (١,١)م، أما قيم المد المعتدل على طول الساحل الغربي فلا تقل معدلاتها عن (١,١)م، باستثناء معدلات شهر أكتوبر التي تصل إلى (٠,٩٨)م، ويلاحظ أن خطي الرسم البياني لكل من قيم الساحلين الشرقي والغربي يتقاطعان في نقاط أربع تمثلها أشهر مارس ومايو وسبتمبر وأكتوبر، ومع تساوي القيم في الشهرين الأخيرين ينطبق الخط البياني فيهما تماما، بيد أن الفجوة تتسع بين قيم الساحلين خلال شهر إبريل وأشهر الصيف - يونيو ويوليو وأغسطس.

٧- تقل معدلات الجزر المعتدل والمنخفض (شكل رقم ٦-٧ ج، د) على كلا الساحلين عن (١)م، إلا أن قيمتهما تكون على الساحل الشرقي أكثر وضوحا في شهر أغسطس (٠,٩٠)م، وشهر أكتوبر (٠,٣٢)م، منهما على الساحل الغربي، الذي تصل أعلى قيم لهما في أشهر يناير ومارس (٠,٧٥)م، وسبتمبر (٠,٢٨)م.

من هذا العرض نلاحظ أن معدلات المد العالي ترتفع على طول السواحل الغربية وحول أرخبيل جزر حوار بدرجة أكبر منها على طول السواحل الشرقية، بحيث يصل الفارق بين هذه المعدلات في أشهر الصيف إلى (٠,٥) م، وينطبق ذلك على أشهر الشتاء، وهي فروقات قد تعزى إلى ضيق الرقعة الساحية للخليج سلوى ورقة مياهه، وقلة تعاريج سواحله نسبيا.

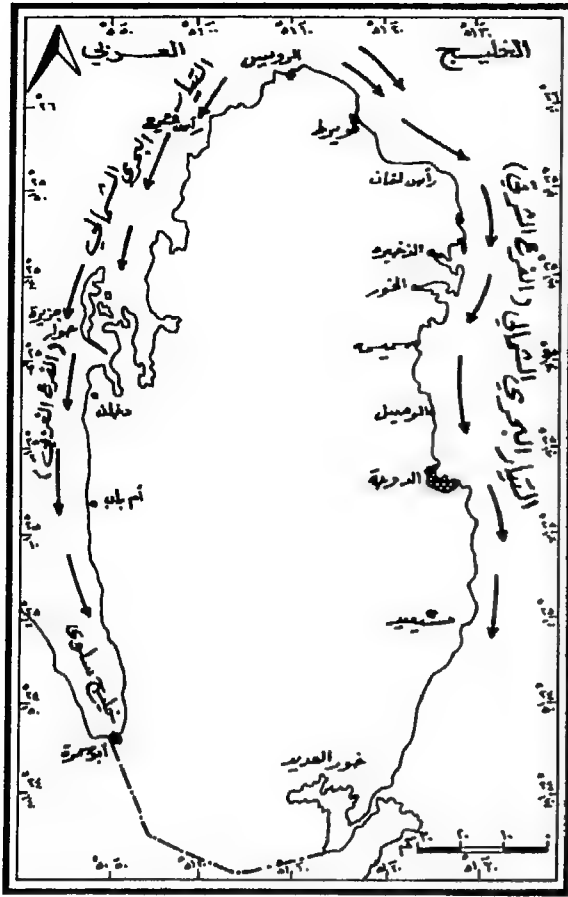
سادسا: التيارات البحرية؛

تمثل التيارات البحرية في الخليج الغربي وحول سواحل قطر والجزر التابعة لها وكل من حركة الأمواج والمد والجزر - كما ذكرنا سابقا - عوامل هامة تساهم في تشكيل السواحل وقاع الخليج العربي بظواهرات مورفولوجية من جهة، وفي تعديل خصائص المياه المجاورة للسواحل من جهة ثانية، وتنشأ التيارات البحرية في



الخليج العربي بسبب تحريك الرياح الموسمية أو الشمالية الشمالية الغربية للمياه السطحية أولاً، واختلاف خصائص مياه الخليج عن مياه خليج عمان وبحر العرب ومن خلفهما المحيط الهندي؛ نظراً لزيادة عمليات التبخر التي يتعرض لها حوض الخليج العربي، وقلة الأمطار التي لا يمكن أن تعوض الفاقد عن طريق التبخر، أو أن تؤدي إلى نوع من التوازن بينهما ثانياً.

وانطلاقاً من هذه الركيزة تتحرك المياه السطحية (خريطة رقم ٧-٧) على شكل تيارات بحرية من المحيط الهندي عبر خليج عمان ومضيق هرمز بفعل



شكل رقم (٧-٧) خريطة التيارات البحرية الشمالية

الرياح الموسمية الجنوبية الشرقية، فتعمل على رفع مستوى مياه الخليج بمعدل قدم واحد، وتبلغ سرعتها (٦) قدم/ يوم، أي (٩,٧) كم، ولما كانت الرياح التي تهب على دولة قطر هي الشمالية أو الشمالية الغربية، فإن ذلك يضعف من حركة التيارات البحرية الجنوبية، ويجعل من الصعب التمييز في نفس الوقت بين هذه التيارات وبين تيارات المد المشابهة لها Tidal Streams.

وهناك تيارات بحرية تتفق وحركة الرياح الشمالية الغربية السائدة قادمة من الشمال، فتتأثر بها بشكل واضح السواحل القطرية وتؤثر بها، فعند اصطدامها بالساحل الشمالي لقطر تنقسم إلى قسمين: قسم يتابع سيره على طول الساحل

الشرقي، والآخر يحاذي الساحل الغربي وسواحل أرخبيل جزر حوار، ويتمثل عملهما في نقل المفتات والرواسب من المناطق الشمالية والقائها في الأجزاء الجنوبية حيث تسمح الظروف بذلك، أما ما تقوم به من نحت فيعتبر ضعيفا إذا ما قورنت بعمليات الإرساب؛ لأنها تسير موازية للساحل لا عمودية عليه.

سابعا: الرفرف القاري؛

يمثل الرفرف القاري Continental Shelf منطقة انتقالية بين اليابس القطري ومياه الخليج العربي، والذي يشكل بدوره الهوامش الشرقية للرصيف الداخلي الشرقي للدرع العربي، فقد طغت عليه مياه بحر تثنس القديم Tethys بعد أن مالت أرضه نحو الشرق والشمال، فاستقبل على طول فترة الغمر البحري رواسب دقيقة - اتخذت في انتشارها الطابع الأفقي عامة، وطبعت الرفرف القاري - في ذات الوقت - بخصائص مورفولوجية وطبوغرافية توضحها مجموعة القطاعات العرضية لقاع الخليج العربي (شكل رقم ٧-٣).

ومن هذه الخصائص أن الرفرف القاري يتنظم في نطاقات تبدأ من سيف البحر Shore-line وتنتهي إلى الأعماق القريبة من نهاية الجرف القاري القطري في الخليج، وأول هذه النطاقات الموازية للساحل هو خط الشاطئ الذي يعتبر جزءا من اليابس في فترات الجزر، ومن الماء في أوقات المد، وتقع ضمنه مجموعة أرخبيل جزر حوار وجزر الساحل الشمالي، وبعض جزر الساحل الشرقي القريبة من الشاطئ منها: (المرقات، العالية، السافلية، البشيرية) والأسحاط.

يتميز هذا النطاق بضخولة مياهه بحيث لا تزيد أكثر الأجزاء عمقا على (٥-٥) م في المتوسط، وارتفاع نسبة الملوحة في مياهه، وبانتشار العديد من الفشوت والشطوط الرملية التي تتفاوت في اتساعها فوق أرضيته، وفيما يلي نستعرض خصائص انحدارات الرفرف القاري القطري جدولنا كالتالي:



جدول رقم (٧-٢)

انحدارات الرفرف القاري حول سواحل الجزر القطرية

الجزر	معدل الانحدار متر/كم	نسبة الانحدار الكلية	معدل الانحدار %
أرخبيل جزر حوار	٠,٦٥	١ : ١٥٤٠	٠,٠٦٥
جزيرة ركن	٠,٦٠	١ : ١٥٧٥	٠,٠٦٠
جزيرة أم تيس	١,١٠	١ : ٨٧٥	٠,١١٠
جزيرة العالية	٠,٧٠	١ : ١٤٠٠	٠,٠٧٠
جزيرة السافلية	٠,٦٠	١ : ١٧٥٠	٠,٠٦٠
جزيرة البشيرية	٠,١٢	١ : ٧٥٠٠	٠,٠١٢

يتبين لنا من الجدول ما يلي:

١- تتفاوت الانحدارات ما بين (١٢, ١٠, ١, ٠) م/كم، ويعني ذلك أن قطاعات هذا النطاق إما أن تتأثر بحجم الإرسابات التي تساهم في إلقتها حركة المياه ومحصلة الرياح الغربية أو الشمالية الغربية أو تعمل على جرفها، الأمر الذي يؤدي إلى رحزحة خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل، فيتسع الرفرف على حساب الأعماق الأخرى، لذا يتناسب ابتعاد خط أعماق (٥-٠) م عن الساحل أو اقترابه منه تناسباً طردياً مع نشاط حركة المياه ومقدرتها على الإرساب أو النحت والجرف.

٢- يعتبر قطاع الرفرف القاري فيما وراء جزيرة أم تيس أكثرها انحداراً، حيث يبلغ معدل الانحدار (١, ١) م/كم، وهذا يعني أن هذا الجزء من القطاع يتعرض لعمليات نحت، ومن ثم جرف الرواسب وتنظيف المنطقة منها بحكم قوة حركة المياه الناجمة عن التغير في شكل الساحل، ولذا نلاحظ أن القطاع الساحلي الممتد من النقطة التي تكاد تلتقي عندها جزيرة أم تيس مع اليابس القطري حتى تلال فويرط تخلو من الشطوط الرملية.

٣- لعل الشعاب المرجانية وقنوات المد المتشرة حول جزيرة العالية أدت إلى ارتفاع قيمة معدل انحدار قطاع الرفرف القاري في هذا الموقع ولكن بدرجة طفيفة مقارنة بالجزر المجدولة تحت رقم (٧-٢)، يستثنى من ذلك جزيرة البشيرية التي كان لموقعها وسط فشت العريف أثر على تدني معدلات انحدار قطاع الرفرف القاري حولها.

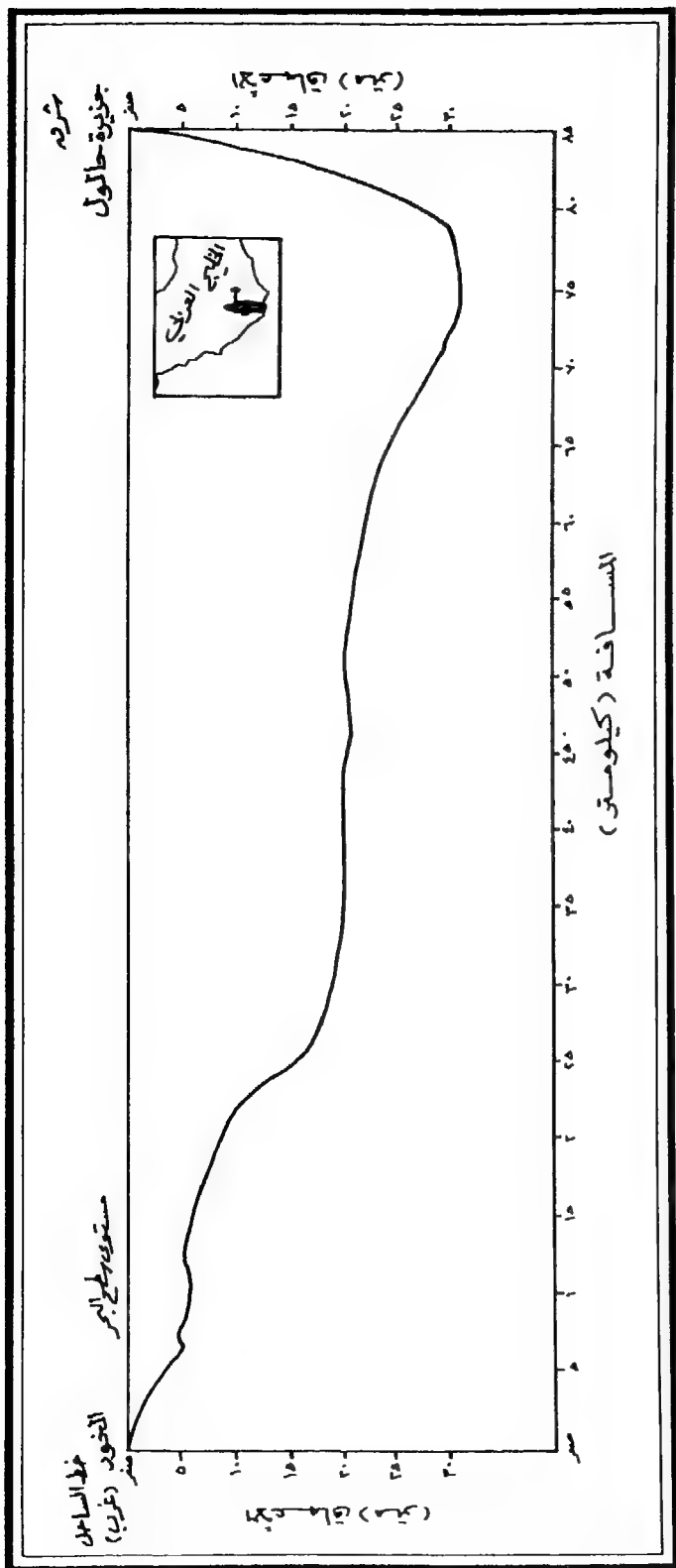


يمتد الرفرف القاري القطري خارج نطاق الشاطئ على شكل مجموعة من المصاطب والمدرجات والتقيبات المغمورة بمياه الخليج، تضيق أحيانا ويزيد عرضها أحيانا أخرى ونادرا ما تختفي، فلو استعرضنا قطاعين تضاريسين، أحدهما للرفرف القاري بين مدينة الخور وجزيرة حالول (رقم ٧-٨)، والآخر يبدأ من مصب الزيت بمسعيد حتى الطرف الجنوبي الشرقي لفشت العريف (رقم ٧-٩)، لتبين لنا أن الرفرف القاري ضمن القطاع الأول يتدرج في انحداره حتى خط أعماق (١٠- م، تتزايد معدلاته فيما بين خطي أعماق (١٠- إلى ١٥) م لتصل إلى (٤، ٢) م/كم، ثم يأخذ سطح الرفرف القاري في الاستواء مفصحا عن مصطبة عريضة تمتد على محور شرقي - غربي إلى أكثر من (٢٤) كم، وهي بهذا تعادل أكثر من (ثلث) المسافة بين مدينة الخور وجزيرة حالول بقليل.

تبدأ هذه المصطبة من نقطة تبعد حوالي (٢٥) كم عن خط الساحل القطري عند الخور، ويبلغ معدل انحدارها (١٥، ٠) م/كم، ومعنى هذا أن الرفرف القاري يبدو بشكل عام أفقيا مسطحا، فيما عدا ما قد يوجد به من بعض مظاهر عدم الاستواء، وثمة فرق بين التسطح والاستواء (محمد صففي الدين، ١٩٦٥، ص ٢٧)، فقد تكون المصطبة أفقية مسطحة ولكنها كثيرة الأخاديد والوهاد.

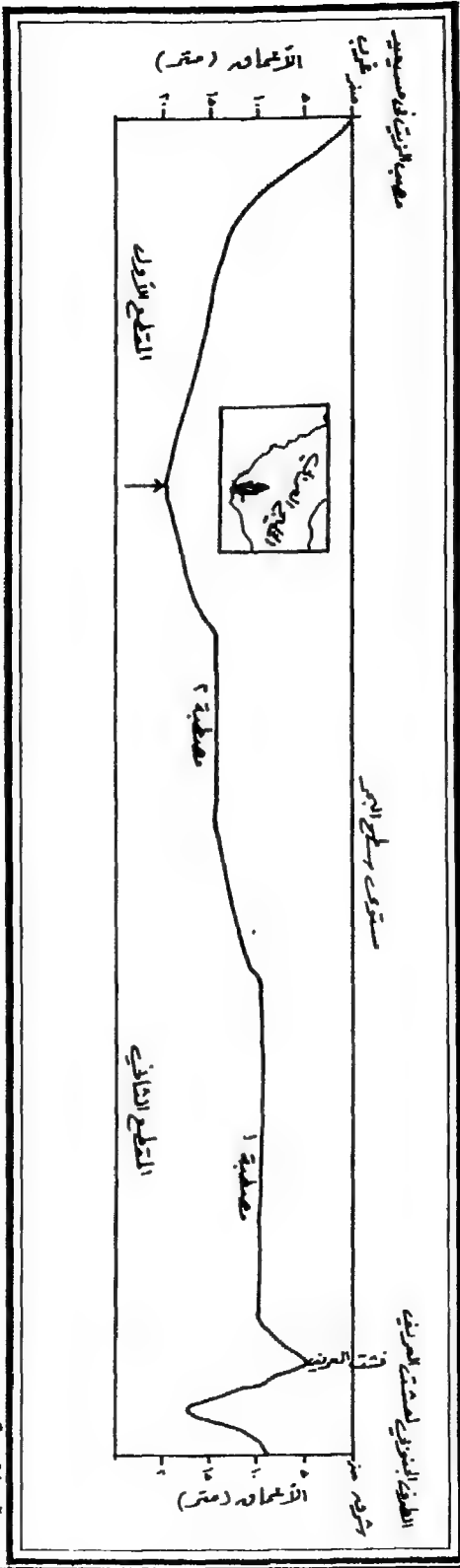
تتزايد بعدها معدلات الانحدار، فتصل بالقرب من الساحل الغربي وعلى بعد يبلغ (٥، ١٠) كم من جزيرة حالول إلى (٧، ٠) م/كم، ويدل ذلك على أن المقاطع الجانبية للرفرف القاري تتفاوت بتفاوت التضاريس الساحلية المقابلة، إضافة إلى ما سبق ذكره من نشاط حركة المياه البحرية ومقدرتها على النحت أو الإرساب، فهي على الجانب الغربي لجزيرة حالول (أعني المقاطع) تظهر على شكل سفح لا يسمح للرواسب بأن تتجمع أو تستقر عليه، فيما يظهر العكس بالنسبة للمقطع الجانبي المجاور لساحل شبه جزيرة قطر عند الخور، والذي يعتبر أحد مناطق الإرساب الرئيسة بحكم طبيعة الرفرف القاري في هذا القطاع، وتوفر الظروف المناسبة لعمليات الإرساب البحري، ويتفق هذا مع ما أورده (محمد صففي الدين، ص ٢٧).

أما الخصائص الطبوغرافية للرفرف القاري على طول القطاع بين مصب الزيت وفشت العريف، فيمكن أن نستخلصها إذا حاولنا التمييز بين مقطعين



شكل رقم (٧-٨)

قطاع عرضي للرفوف القاري القطري بين الخور وجزيرة طاول



قطاع تضاريسي عرضي للمرزف القاري القطري بين مياه النيل (مسيدي) وفست العريش

شكل رقم (٧-٩)

يفصلهما خط أعماق (٢٠-) م، فالمقطع الغربي القريب من ساحل شبه الجزيرة يوضح انحداراته الجدول التالي:

جدول رقم (٧-٣)

انحدارات المقطع الغربي القريب من ساحل شبه جزيرة قطر

فئات خطوط الأعماق	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار %	درجة الانحدار	
				ق	د
صفر إلى ٥-	٢٠	١ : ٥٠	٠,٢	١٢	١
٥- إلى ١٠-	١٢,٥	١ : ٨٠	١,٢٥	٤٢	-
١٠- إلى ١٥-	٤	١ : ٢٥٠	٠,٠٤	١٢	-
١٥- إلى ٢٠-	٢,٤	١ : ٤٢٠	٠,٢٤	٦	-

يتبين من الجدول السابق و (شكل رقم ٧-٩) أن خطوط أعماق المقطع الغربي (الأول) تتناسب طرديا في انحدارها مع الاقتراب من خط الساحل القطري، وعكسيا مع الابتعاد عنه، بمعنى أن معدلات الانحدار على طول هذا المقطع تتزايد مع تناقص الأعماق، والعكس صحيح، العلاقة في الحالة الأخيرة عكسية وقيمتها (٩٧,٠)، فيبلغ المعدل (٢٠) م/كم من خط الساحل حتى خط أعماق (٥-) م، وبزاوية مقدارها (١,٢) درجة، ينحدر الرفرف بعدها انحدارا تدريجيا حيث تقل معدلات انحداره في أكثر أجزائه عمقا لتصل إلى (٢,٤) م/كم، وبزاوية انحدار تعادل (عُشر) الدرجة، ويبدو أن المنطقة التي يمثلها هذا المقطع قد استجابت لحركة الهبوط أثناء عصر الميوسين بشكل أوضح منه في الجزء الواقع إلى الشمال والشمال الغربي من فشت العريف، إذ كان لطبيعة هذا الفشت أثر في حماية المنطقة من حركة المياه البحرية والرياح الشمالية الغربية وإرساباتها، فغدت منطقة حوضية تصلح لرسو السفن التي يصل غاطسها إلى أكثر من (١٥-) م.

أما المقطع الجانبي الشرقي (الثاني) الذي يمتد فيما بين النهاية الجنوبية الشرقية لفشت العريف في الشرق وخط أعماق (٢٠-) م في الغرب، فتميزه مجموعة من الظواهر تتمثل في بعض المصاطب والمدرجات وتقريب صغير يعتبر جزءا من فشت العريف، والجدول التالي يوضح معدلات الانحدار:

جدول رقم (٧-٤)

معدلات انحدار ظاهرات المقطع الجانبي الغربي لشكل (٧-٩)

معدلات الانحدار %	نسبة الانحدار الكلية	معدل الانحدار متر/كم	فئات خطوط الأعماق
١,١١	٩٠ : ١	١١,١	٥- إلى ١٠-
٠,٠٧	١٣٨٠ : ١	٠,٧	١٠- إلى ١٥-
٠,٢٦	٣٩٠ : ١	٢,٦	١٥- إلى ٢٠-

يتضح من (الشكل رقم ٧-٩) ومن الجدول السابق أن مجموعة الظاهرات التي تتمثل على طول المقطع الشرقي (الثاني) تتعرض لعمليات الإرساب نظرا لرقعة المياه وهدوئها، كما تتحدر جوانبها انحدارا شديدا نحو المصبطة البحرية التي تقع إلى الغرب منها، فتصل معدلات الانحدار إلى (١١,١) م/كم (بنسبة ١,١٪)، تمتد المصبطة (رقم ١) بعد ذلك باتجاه الغرب لمسافة (٣,٧) كم، وتقع على عمق لا يزيد على (١٠-) م، وهي ذات سطح مستو تقريبا، يبلغ معدل انحدارها في قطاعها الغربي (٠,٧) م/كم، وتنتهي عند مقطع يصلها بمصبطة (رقم ٢) التي تعتبر أقل منها اتساعا، وتمتد لمسافة (٢) كم، كما أنها (أي المصبطة الأخيرة) أكثر عمقا وأشد انحدارا، إذ يصل هذا العمق إلى (١٥-) م، وأن معدل انحدارها في جزئها الغربي لا يزيد على (٢,٦) م/كم (بنسبة ٣٪ تقريبا)، وهي بهذه الخصائص تبدو أقل تعرضا لعمليات الإرساب البحري من المصبطة الأولى التي نظرا لموقعها القريب من فشت العريف تتعرض لظاهرة الإرساب، فأضحت أقل عمقا وأكثر استواء.

يختلف الرفرف القاري أمام سواحل جزيرة حالول ضيقا واتساعا وانحدارا باختلاف البنية الساحلية المقابلة، إذ يعتبر - إذ جاز لنا التعبير - من الرفارف القارية المرجانية، حيث ساعدت الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياهه على نمو الشعاب المرجانية حوله، يتخللها العديد من الصخور والرؤوس المرجانية التي تتمثل بصفة خاصة على الساحل الغربي (الأميرالية البحرية البريطانية، ١٩٧٧، لوحة رقم ٣٥١٧)، والجدول التالي توضح انحدارات الرفرف حول جزيرة حالول.

جدول رقم (٧-٥)
من خط الساحل إلى خط أعماق -١٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار %	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	١١,٤	١ : ٨٧,٥	١,١٤	٠,٧
الشرقية	٥٧,١	١ : ١٧,٥	٥,٧١	٣,٤
الجنوبية	١٤,٣	١ : ٧٠	١,٤٣	٠,٩
الغربية	٢٨,٦	١ : ٣٥	٢,٨٦	١,٧

جدول رقم (٧-٦)
من خط أعماق -١٠م إلى خط أعماق -٢٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار %	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	٥,٧	١ : ١٧٥	٠,٥٧	٠,٣٤
الشرقية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الجنوبية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الغربية	٣,٨	١ : ٢٦٢,٥	٠,٣٨	٠,٢٣

جدول رقم (٧-٧)
من خط أعماق -٢٠م إلى خط أعماق -٣٠م

الجهة	معدل الانحدار م/كم	نسبة الانحدار الكلية	نسبة الانحدار %	زاوية الانحدار بالدرجات
الشمالية	٣,٢	١ : ٣١٥	٠,٣٢	٠,١٩
الشرقية	١,٧	١ : ٥٩٥	٠,١٧	٠,١٠
الجنوبية	٠,٦	١ : ١٦٨٠	٠,٠٦	٠,٠٤
الغربية	٢,٠٤	١ : ٤٩٠	٠,٢	٠,١٢

نستخلص من مجموعة الجداول (٧-٥، ٧-٦، ٧-٧) الخصائص التالية:

- ١- يتميز الرفرف القاري أمام سواحل جزيرة حالول وعلى امتداد قطاعاته بمعدلات انحدارات تتراوح ما بين (٠,٦ و ٥٧,١) م/كم (بنسبة ٠,٦ - ٥,٧١ %).
- ٢- تظهر أكثر مقاطع الرفرف القاري اتساعا على الجانب الشرقي للجزيرة وخاصة بين خط الساحل وخط أعماق (-١٠) م، ويعني ذلك أن هذا المقطع من الرفرف القاري يتعرض لظاهرة الإرساب، الأمر الذي يؤدي إلى استواء سطحه وبالتالي تحرك خطوط الأعماق بعيدا عن الساحل.

- ٣- تتفاوت معدلات الانحدار بين خطوط الأعماق المختلفة بقدر تفاوتها على طول جوانب جزيرة حالول، فبينما تحوم معدلات الانحدار بين خط الساحل وخط أعماق (-١٠) م حول القيم (٤,١١-٥٧) م/كم، تتراوح بين خطي أعماق (-١٠ إلى ٢٠) م ما بين (٢,٣ و ٥,٧) م/كم، وما بين (٠,٦ و ٣,٢) م/كم في المنطقة المحصورة بين خطي أعماق (-٢٠ إلى ٣٠) م.

يظهر لنا من التحليل السابق لمجموعة الجداول والقطاعات الجانبية للرفرف القاري القطري العديد من الخصائص نلخصها في النقاط التالية:

- ١- يتسع الرفرف القاري أمام السواحل السهلية المستوية، ويضيق أمام السواحل الجبلية المرتفعة، بمعنى أن الرفرف القاري ينسجم والخصائص الطبوغرافية التي تطبع الجانب المقابل له على اليابسة باعتبار أنه جزء منها.
- ٢- يتميز الرفرف القاري القطري بضحولته في كثير من أجزائه، وصفاء مياهه ودفئها.

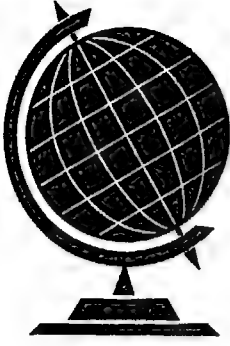
- ٣- يتضح أن الشاطئ القطري يمتد إلى مسافات بعيدة ضمن الرفرف القاري، وهذا ما يؤكد ظهور بعض الجزر الصخرية والفشوت والقطع الملازمة لليابس كأرخبيل جزر حوار ومجموعة جزيرات الأسحاط والعالية والسافلية، وفشوت العريف والحراي وأرض النوف واليابس والديبل Ad Dibal وقطعتي جرادة Qit'at Jaradah والشجر Ash Shajarh بحكم أنها جميعا تقع ضمن الأعماق الضحلة، وأنها تنكشف كأرض يابسة تفصح عن انتمائها

الأصلي والحقيقي لليابس القطري أثناء حركة المياه مدا وجزرا (راجع الخريطة رقم ١-١).

٤- يتشكل سطح الرفرف القاري القطري بظواهرات مورفولوجية تنحصر في المصاطب والمدرجات البحرية والأخاديد والأودية التي تبدو أحيانا على شكل خنادق Canyons، والتي عملت بدورها (أعني الأودية) على ظهور بعض القنوات والتموجات السطحية، كما تغطي سطحه إرسابات بحرية وقارية ساهمت في استواء سطحه وقلة أعماقه وبالتالي اتساع المسافات بين خطوطه، ولهذه الظواهرات علاقة بالبنية الأصلية ليابس شبه الجزيرة القطرية، وبالتعديلات التي لارمت فيما بعد حركة المياه البحرية ومقدرتها على ممارسة عمليات النحت والإرساب.

٥- تنتشر على طول السواحل القطرية وحول جزرها مجموعات من الشعاب المرجانية والهيايات، وهي من أهم الخصائص الطبيعية للرفرف القاري القطري، ولهذه الشعاب (أو الأرصفة كما تسمى أحيانا) أهمية خاصة في تحديد حركة المياه البحرية، وفي حماية بعض الموانئ من عمليات الإرساب التي تقوم بها، ولعل أصدق مثال لهذا فشت العريف الذي كان لموقعه وشكله الهلالي أكبر الأثر في حماية مصب الزيت بمسيعيد من الرياح والتيارات البحرية القادمة من الشمال.

٦- يلعب الرفرف القاري بأرصفته المرجانية وهياياته دورا اقتصاديا هاما، إذ يتميز بثروته السمكية الهائلة، وأن كثيرا من قطاعاته تتمثل فيها هيايات اللؤلؤ ومغاصاته، فضلا عن احتواء طبقاته الرسوبية على خزانات هائلة من البترول والغاز الطبيعي، كما هو الحال في العد الشرقي وميدان محزم وبوالحنين، وفي غاز الشمال، ويحتل وجود خام الكبريت على شكل قُلُوسَات تغطي بعض القباب الملحية التي تعلو أرضية الرفرف القاري دون أن تظهر فوق مستوى مياه قطر الإقليمية.



الفصل الثامن

طبوغرافية الجزر القطرية

أولاً: جزر الساحل الشرقي.

ثانياً: جزر الساحل الشمالي.

ثالثاً: جزر الساحل الغربي.

تفاوت الجزر القطرية في أبعادها وأشكالها بقدر ما تفاوتت في نشأتها وتركيبها وتطورها الجيومورفولوجي، وفي معالجتنا لطبوغرافية الجزر القطرية كان لابد من تصنيفها على أساس الموقع من شبه الجزيرة القطرية إلى ثلاث مجموعات:

أولاً: مجموعة جزر الساحل الشرقي؛

تعدد جزر الساحل الشرقي وتفاوتت في خصائصها، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (٨-١)

بعض الخصائص العامة لجزر الساحل الشرقي

الجزيرة	المساحة كم ^٢	أطوال السواحل كم	البعد عن** الساحل (كم)	الموقع الفلكي	
				خط العرض*	خط الطول*
المرقات	٠,٠٢	٠,٤	٦,٣	٢٥°٣٦'	٥١°٣٥'
العالية	١,٨٠	٧,٥	٣,٥	٢٥°٢٥'	٥١°٣٣'
السافلية	١,١١	٤,٥	٥	٢٥°٢٢'	٥١°٣٤'
البشيرية	٠,١	١	٣,٦	٢٤°٥١'	٥١°٣٧'
الأسحاط	٠,١٨	١,٩	١٣	٢٤°٤٤'	٥١°٤٠'
حالول	١,٧٥	٥	٨٧,٨	٢٥°٤٠'	٥٢°٢٤'
شراعوه	٠,١٤	١,٥	٦٠,٣	٢٥°٢٥'	٥٢°١٣'
المجموع	٥,١٠	٢١,٨	-	-	-

* خطوط العرض والطول تمر بوسط الجزيرة. ** البعد عن الساحل في خط مستقيم.

يوضح الجدول السابق مجموعة خصائص تنفرد بها جزر الساحل الشرقي، فعجيزة حالول التي تقع على بعد (٩٨) كم إلى شرق الشمال الشرقي من الدوحة، وعلى بعد (٨٧,٨) كم إلى الشرق من مدينة الخور المتفتتان في خط العرض تقريبا، تبلغ أبعادها ما بين (١ و ٢) كم، وتغطي مساحة تقلد بحوالي (١,٧٥) كم^٢، وتبدو على شكل حبة الكمثرى، حيث تستدق في نصفها الشمالي، وتنتطح في نصفها الجنوبي، وتقع بين خطي عرض (٢٥°٤٠' و ٢٥°٤١') شمالا، وخطي طول (٥٢°٢٤' و ٥٢°٢٥' شرقا)، ويمر من وسطها خط عرض (٢٥°٤٠' شمالا، وخط طول (٥٢°٢٤' شرقا).

ومن الناحية الطبوغرافية، يمكن أن نميز في جزيرة حالول ثلاث وحدات جغرافية طبيعية (خريطة رقم ٨-١)، نصنفها على النحو التالي:

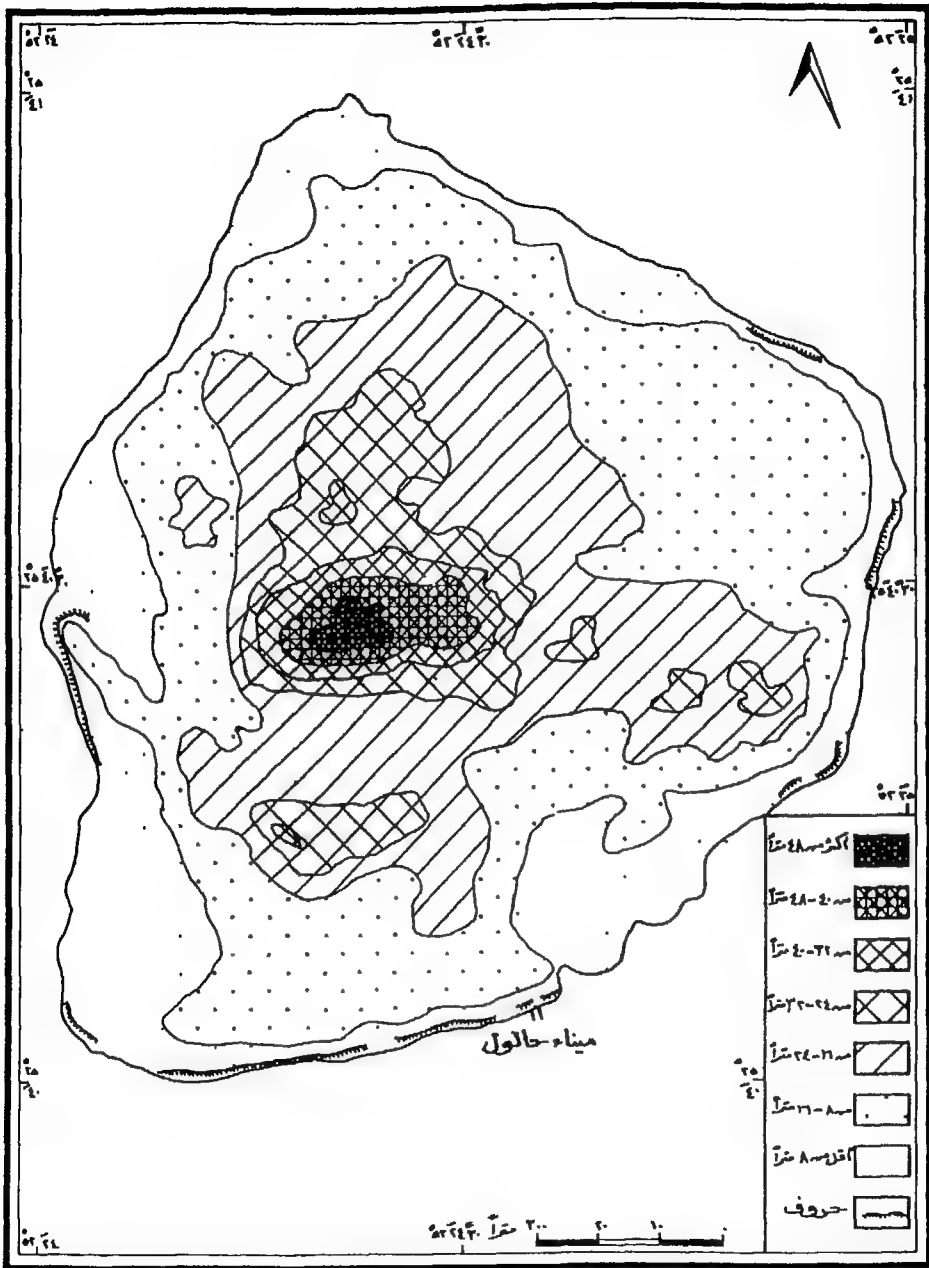
١- السهل الساحلي؛

وهو نطاق من الأرض يساير خط الساحل، إذ يتأثر بما يلتحم به من نطاقات داخلية هامشية تحيط بالقبة الوسطى، وبما يكتنف الساحل من جروف صخرية تحدد توزيعه الدائري ضيقا واتساعا، فنلاحظ أن أقصى اتساع للسهل الساحلي يتمثل حول الميناء وخاصة إلى الشرق منه، ويبلغ ما بين (٧٥ و ٢٦٠) م، وكذلك حول القطع الساحلي الجنوبي الغربي، أي في القسم الذي يشكل بروزا صخوريا متقدما في البحر، ويقدر عرض هذا القطع ما بين (٦٥ و ٢٦٠) م، وبين النطاق والقطع يضيق السهل الساحلي بحيث لا يزيد عرضه على (٢٥) م، وعلى العموم فإن السهل الساحلي أضيق على الجانب الشرقي منه على الجانب الغربي، إذ لا يتجاوز عرضه (٢٨) م كحد أدنى و (١١٣) م في حده الأعلى.

يتميز السهل الساحلي عامة بسطح منبسط بحيث لا تزيد ارتفاعاته على (٨) م فوق مستوى سطح البحر، وبجانب هذا الاستواء وتدني المناسيب نجد أن انحدار السطح العام لا يتعدى بضع دقائق، كما تنتهي إلى هذا السهل مجموعة من المسل السيلية الصغيرة والقصيرة تصرف مياه جدار القبة الداخلية، وقلما تصل هذه المسل إلى البحر، وقد قام الإنسان بتغيير بعض المعالم الطبوغرافية للسهل الساحلي وخاصة النطاق الجنوبي، حيث أقام المنشآت السكنية ومهد الطرق ومد أنابيب الزيت والغاز الطبيعي من مناطق تخزينه في وسط الجزيرة إلى ميناء التصدير في الطرف الجنوبي منها.

٢- السهل الهامشي الداخلي؛

ونقصد به تلك الأراضي المنخفضة التي تحيط بالنطاق المرتفع الأوسط كإطار يطوقه، إضافة إلى بعض الأشرطة السهلية المنخفضة التي تمتد كأذرع بين وحدات النطاق المرتفع، وينحصر هذا السهل بين الشريط السهلي الساحلي والنطاق التالي الأوسط، ويتراوح ارتفاع سطحه بين (٨) م في أجزائه الهامشية القريبة من السهل الساحلي وبين (١٦) م في أجزائه الوسطى و (٢٤) م في قطاعه المتاخم للقبة



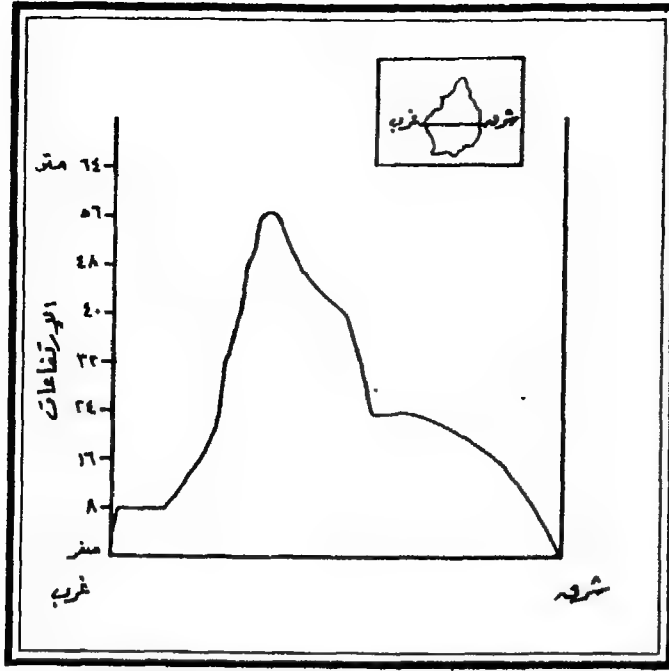
شكل رقم (٨-١) خريطة ارتفاعات جزيرة حائل



شكل رقم (٨-٣) خريطة خطوط الارتفاعات المتساوية لجزيرة عمالول
المصدر: خرائط الأوردمالية البريطانية ١٩٧٦، لوحة ٣٥١٧

الملحية، ويتسم هذا السهل بالاتساع الواضح في الشمال والجنوب، والاتساع النسبي في الشرق، فيما يضيق في الغرب نظرا لانحراف محور القبة السنامية نحو السواحل الغربية.

وتتميز طبوغرافية السطح بوجود العديد من التلال المنعزلة تنتشر في بقاع متناثرة من أجزاء السهل الشرقية والجنوبية والغربية راجع (شكل ٨-٢)، ويتراوح ارتفاعها بين (١٦) م في القسم الغربي من السهل و (٢٤) م في الشرق و (٣٢) م في الجنوب، وهناك منخفض يقع إلى الجنوب من القبة، تشرف عليه بجدارها الصخري من علو (٢٤) م، فيما يحده من الجنوب تل منعزل يتركز على محور



شكل رقم (٨-٣) قطاع تضاريسي عرضي لوسط جزيرة هائل

شرقي - غربي يصل أقصى ارتفاع له (٢٤) م، وتنصرف مياه هذا المنخفض عبر فتحة توصله بالمنطقة السهلية الشرقية للجزيرة إلى البحر.

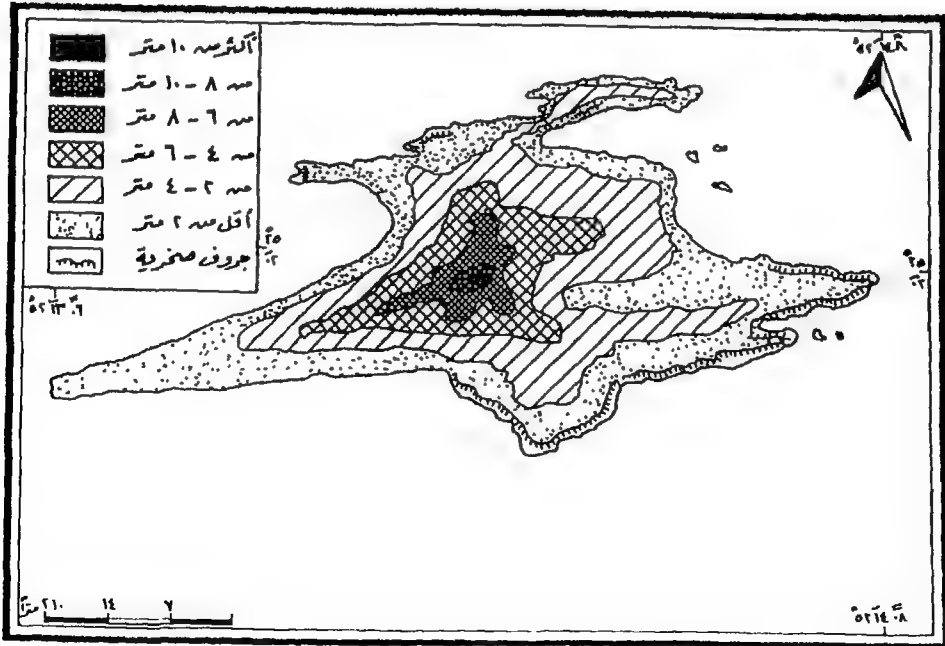
٣- منطقة التلال الوسطى:

تتوسط جزيرة حالول (شكل رقم ٨-٢) مجموعة تلال قبائية عرضية متواصلة وأخريات منعزلات تتناثر على جوانبها، وتتراوح ارتفاعاتها ما بين (١٦-٢٤) م، تفصل بينها مناطق حوضية تنحدر إليها خيوط المياه السيلية ذات الأثر الواضح في طبوغرافية الجزيرة، بينما يبلغ أقصى ارتفاع للجزيرة في الوسط، حيث ترتفع قمة القبة إلى حوالي (٥٦) م، فمن قراءة (الشكل رقم ٨-٣) يتبين أن انحدار القبة على الجانبين غير متكافئ.

فالجانب الغربي يتميز بانحدار جرفي (شبه عمودي) مقعر عند أعلى نقطة، ينتهي عند الحضيض بانحدار أقل حدة بحيث يشرف على الساحل بجرف صخري يرتفع في حدود (٨) م فوق مستوى سطح البحر، أما الجانب الشرقي فيبدو على

شكل انحدار محدب، تتباعد كتوراته بدرجة أكثر وضوحاً من الجانب الغربي الذي يتميز بتقارب كتوراته وخاصة عند القمة، وعلى هذا الأساس فإن الشكل التضاريسي للقطاع ثنائي (مزدوج) التركيب، فهو عبارة عن تل قبائي مخروطي.

أما جزيرة شراوعه (شكل رقم ٨-٤) فكان الملاحون البريطانيون يطلقون عليها اسم شراروه (لوريمر، ١٩٧٥، ص ٢٣٦٨)، وهي جزيرة صغيرة لا تزيد مساحتها على (١٤، ٠) كم^٢، وتقع على بعد (٦٠) كم إلى الشرق من الساحل القطري، تفصلها عن جزيرة دلا الظبيانية مسافة محورية تصل إلى (٥٤) كم باتجاه الجنوب الشرقي، وتعتبر جزيرة ملحية التكوين قبائية الشكل، لا يزيد ارتفاع قمته على (١٢) م فوق مستوى سطح البحر، حيث تتركز هذه الارتفاعات حول الطرف الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي إضافة إلى الجزء الأوسط، وتوجد بالقرب من جزيرة شراوعه مغاصتان لاستخراج اللؤلؤ، كانتا تستغلان خلال النصف الأول من القرن العشرين هما: طبايات شراوعه: وتبعد (٨) كم إلى الشمال من الجزيرة،



شكل رقم (٨-٤) خريطة ارتفاعات جزيرة شراوعه

وقرن عشيرج: الواقع على بعد (١٠) كم باتجاه الشمال الغربي. وعلى هذا الأساس يمكن تقسيم الجزيرة طبوغرافيا إلى وحدتين جغرافيتين هما: الشريط السهلي الساحلي، والهضبية الداخلية.

١- الشريط السهلي الساحلي:

يمتد هذا الشريط ضيقا على طول الساحل، بحيث لا يتعدى عرضه بضعة أمتار، فهو لا يتمثل أمام الجروف الصخرية التي تقترب من الساحل أو تشرف عليه، وخاصة في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية وأجزاء من الساحل الشمالي، وهذا يعني أن هاتين الجبهتين تمثلان مظاهر النحت في الجزيرة، إذ عملت حركة المياه وما زالت على تهدل جروف الساحل ونخرها، فباتت على شكل حزور متعامدة على خط الساحل، فضلا عن تخلف بعض الكتل الصخرية التي انفصلت عن الجزيرة وظهرت على شكل مسلات بحرية.

أما الشريط الساحلي الإرسابي فيبدو أن معالنه قد اختفت لالتحامه بالهضبية الوسطى دون أن يفصلهما أي معلم طبيعي، فيظهر للعيان أنه جزء منها، إلا أن الذي يميزه استواء سطحه، وتدني مناسيبه، وطغيان مياه البحر عليه أثناء حركة المد العالي، ودقة إرساباته، واختلاف ألوانها التي تميل إلى اللون الأصفر عامة، ويتمثل هذا الشريط بوضوح في الطرف الجنوبي الغربي من الجزيرة، حيث يمتد منه لسان رملي يرتكز على محور عرضي تتعامد عليه حركة المياه البحرية الشمالية، وينظر الخنجر في شكله، إذ يستدق عند طرفه المنغمس في الماء، ليتسع عند قبضته متمشيا بذلك مع اتساع الجزيرة، ويتمثل الشريط الساحلي الشرقي في قوسين اختفت معالمهما الطبوغرافية على إثر امتداد الهضبية باتجاههما، فأصبحا جزءا منها.

٢- الهضبية الوسطى:

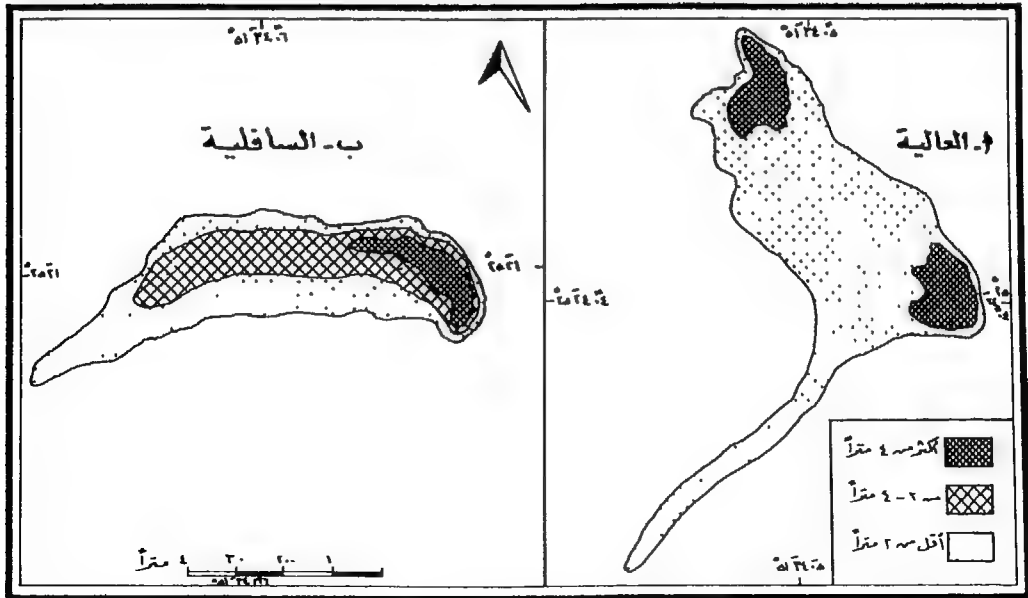
يمثل هذا المعلم قلب الجزيرة، وهو عبارة عن بقايا القبة الملحية التي تعرضت منذ نشأتها لعوامل التعرية الهوائية حتى سوت سطحها، فغدت هضبية مستوية لايزيد ارتفاعها على (١٢) م، وتنتمي لنوع الحماد الحجرية، ويعتبر استواؤها ميزة طبوغرافية موروثه، تتفق مع أسطح نحت قديمة، تأكلت المواد الرخوة من تكويناتها الطباشيرية الحديثة نسبيا، فكشف النقاب عن التكوينات البركانية الاندساسية التي أكسبتها أكاسيد



الحديد اللون القاني، وصقلت صخورها حركة التيارات الهوائية حتى ليبدو السطح للناظر كأنه شظايا رجاجية لامعة، وهو ما يعرف بالورنيش الصحراوي.

ولعل تدني المناسيب في هذه الجزيرة هو السبب في خلوها من أي أثر للقنوات والجداول الطبيعية والمسل السيلية، فضلا عن أنها انعكاس لتملس السطح وقلة انحداره؛ لأن الانحدار يعتبر أحد عنصري الطاقة، فانعدامه يعني سلب الماء الجاري طاقته، بالإضافة إلى غياب عنصر الأمطار أو ندرته، ويقودنا هذا إلى توضيح ما لصخور الجزيرة من خصائص طبيعية تتمثل من جانب في توافر العديد من الشقوق والمفاصل، وتنحصر من جانب آخر في مقدرتها على السماح للمياه بالتسرب خلال مسامها، مما لا يدع مجالا للشك في خلوها من ظاهرة المسل والقنوات والجداول الطبيعية.

وبالنسبة لجزيرتي العالية والسافلية: (شكل رقم ٨-٥) فإنهما من أكبر الجزر الإرسائية القرية من الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، ويغلب على سطحيهما الإرسابات الرملية، تكتنفهما بعض السطوح الصخرية التي تتركز في الطرفين الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي، ولا يزيد ارتفاعهما بأي حال على (٣) م،



شكل رقم (٨-٥)

خريطة إرتفاعات جزيرتي العالية والسافلية



وتتماثلان في النشأة والتركيب الجيولوجي والتطور الجيومورفولوجي، إلا أنهما يختلفان من حيث المساحة وأطوال الساحل وبعدهما عنه (راجع جدول رقم ٨-١)، ويتضح الاختلاف كذلك إذا ما تبين أن جزيرة العالية تتركز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، بينما تتخذ جزيرة السافلية اتجاها: شرقي - غربي متعامدة بذلك على خط الساحل، وتماثل في شكلها شبه المنحرف ذي القاعدتين المختلفتين في الطول، أما بقية الجزر القطرية الملاصقة للساحل الشرقي فصغيرة المساحة في مجملها، بحيث لا تزيد أكبرها مساحة على (١٨, ٠) كم في جزيرات الأسحاط، وعلى حوالي (٢, ٠) كم في جزيرة المرات (المكيار)، كما أن أطوال سواحلها تتراوح ما بين (٤, ٠ و ٢) كم.

ثانياً: مجموعة جزر الساحل الشمالي؛

وهي مجموعة جزرية يمكن أن نطلق عليها الجزر الخطية أو الشريطية، وتتكون من ثلاث جزر يوضح خصائصها الجدول التالية:

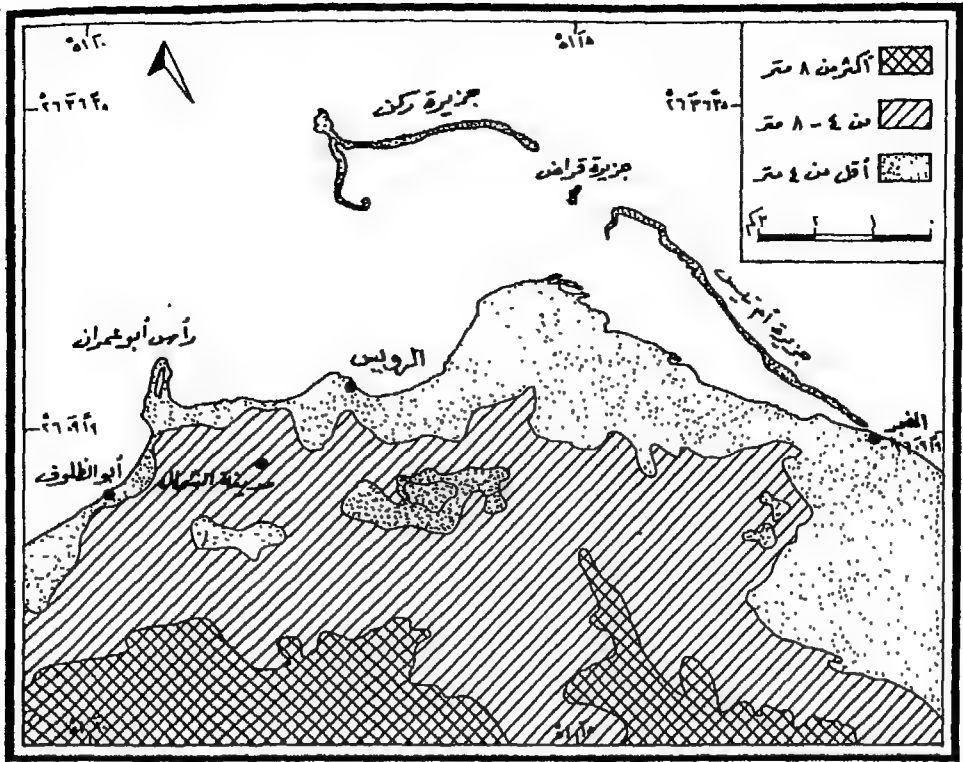
جدول رقم (٨-٢)

بعض خصائص جزر الساحل الشمالي

الجزيرة	المساحة كم ^٢	٪	أطوال السواحل كم	البعد عن الساحل (كم)	الموقع الفلكي	
					خط العرض	خط الطول
ركن	٠,٨	٥٥,٥	١١	٢ - ٣	٢٦°١٢ -	٥١°١٢ -
أم تيس	٠,٥٤	٣٧,٥	١٢,٥	٠,٤ - ١,٢٥	٢٦°١٠ -	٥١°١٦ -
قراض	٠,١	٧	٠,٤	١,٥	٢٦°١١ -	٥١°١٤ -
المجموع	١,٤٤	١٠	٢٣,٩	-	-	-

يتضح من الجدول السابق و (الشكل رقم ٨-٦) ما يلي:

- ١- تعتبر جزيرة ركن أكبر هذه المجموعة مساحة، إذ تبلغ (٨, ٠) كم^٢، فتحتل بذلك نسبة تقدر بحوالي (٥٥,٥ ٪) من جملة مساحة الجزر الشمالية، تليها جزيرة أم تيس التي تغطي رقعة تبلغ (٥, ٠) كم^٢، بيد أن جزيرة أم تيس تفوق جزيرة ركن في أطوال سواحلها، كما أنها أقرب إلى الساحل للدرجة أن طرفها الجنوبي قد التحم أو على وشك الالتحام بالساحل قبالة المفجر.



شكل رقم (٨-٦) خريطة ارتفاعات الساحل الشمالي وجزره

٢- يبدو أن جميع هذه الجزر عبارة عن حواجز رملية كلسية تكتنف الساحل الشمالي من شبه جزيرة قطر، تتميز طبوغرافيتها بارتفاعات متدنية، وانعدام الفروق التضاريسية بين أجزائها، إذ تتراوح ارتفاعاتها ما بين (٣-٠) م، وانحداراتها خفيفة لا تتعدى بضع ثوان.

٣- تظهر الجزر الشمالية بأشكال طولية (شريطية) مديبة أو هلالية، تغمر مياه البحر كثيرا من أجزائها أثناء حركة المد العالي، وتنحسر عنها وقت الجزر.

ثالثا: مجموعة جزر الساحل الغربي:

هذه المجموعة بحكم التصاقها أو تكاد بشبه جزيرة أبروق يجيز لي أن أطلق عليها جزر أبروق، باستثناء جزيرة عنبر التي تقع قبالة أم باب، وأبوفليت الواقعة عند مدخل دوحة فيشاخ، كما يدفعني تعدد جزرها وانتشاره (شكل رقم ٨-٧) أن أنعتها بمجموعة أرخبيل جزر حوار، وهي في موقعها تكتنف الساحل الشمالي



والغربي لشبه جزيرة أبروق، وهو دليل على كونها جزءا من الساحل القطري
والنهاية الغربية لقبة قطر الرئيسية، ويبلغ عددها (٤١) جزيرة، والجدول التالي
يوضح خصائص هذه الجزر:

جدول رقم (٨-٣)

خصائص مجموعة أرخبيل جزر حوار والساحل الغربي

الجزيرة	المساحة كم ^٢	طول الجزيرة كم	عرض الجزيرة كم	أطوال السواحل كم	رقم الجزيرة
سواد الجويبة	١٠,٥	٤,٨	٤,٢٥	١٣,٩	١
جزاير الوكور	٠,١	٠,٢٤	٠,١٦	٠,٣	٤,٣,٢
حرر بو صدد	٠,١٤	٠,١٤	٠,٠٩	٠,٢٤	٣٠,٩,٨,٧,٦,٥
أم خرورة	٠,٩	١,١	٠,٩	٣,٢	١٠
سواد الشمالية	٤,٣	٢,٩-١,٥	٢	٦,٥	١١
جزاير عنق الحوار	٠,٠٨	٠,٤	٠,٤	١,٥	٢٧,١٣,١٢
هحيبة	٠,٠٨	٠,٠٣	٠,٠١	٠,٠٦	١٤
رباط الشرقية	٢,٢	١,٨	١,٣	٧	١٥
رباط الغربية	١,١	١,٣	٠,٨	٣,٨	١٦
حوار	٦٠,٨	٢١-١٧	٥,٣-٠,١	٧٢	١٧
جزيرة هجز الحوار	٠,١٥	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,١٤	١٨
جزيرة حبل حوار	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٦	١٩
جزاير أبو سداد	٠,١	٠,٤	٠,٢	٠,٨	٢١,٢٠
جزيرة رأس السودة	٠,١	٠,٠١	٠,٠١	٠,٠٢	٢٢
حوار سواد الجنوبية	٠,١٤	٢,٠٧	٠,٠٩	٤,١٥	٢٤,٢٣
جزيرة هامة الحوار	٠,٠٥	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٦	٢٥
جنان	٠,٢	٠,٨	٠,٢	١,٩	٢٦
حريرة الكلكل	٠,٠٧	٠,٤	٠,٠٢	٠,١٢	٢٨
جزيرة ٢٩	٠,٠١	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠٢	٢٩
جزيرات سواد الشمالية	٠,٠٥	٠,٧	٠,٢٨	١,١	٣٣,٣٢,٣١
جزاير أشان	٠,٢	٠,٣٢	٠,٢١	٠,٥	٣٦,٣٥,٣٤
حوار الدواحل	٠,١	٠,٥	٠,٣	١,١	٤١,٤,٣٩,٣٨,٣٧
أبو فليتة	٠,٢	١,٤	٠,٢	٣	
هبيير	٠,١	٠,١	٠,١	٠,١	
المجموع	٨١,٣٢١	-	-	١٢١,٦٧	

(أ) سمات وخصائص جزر الساحل الغربي:

تتفرد جزر الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر بمجموعة من السمات
والخصائص نلخصها مع مقارنة نعقدها مع الجزر الأخرى في النقاط التالية:

١- تغطي جزر الساحل الغربي بالنصيب الأكبر من المساحة، إذ ينالها (٩٢,٦٪) من مجموع مساحة الجزر القطرية، وتشكل (٠,٧٪) من مساحة شبه جزيرة قطر، ويوضح الجدول التالي هذه الخصائص:

جدول رقم (٨-٤)

توزيع مساحات وأطوال سواحل شبه جزيرة قطر وجزرها

المجموعة	المساحة (كم ^٢)	%	أطوال السواحل (كم)	%
شبه جزيرة قطر	١١٧٥٠	٩٩,٢٦	٦٥٠	٧٩,٥
جزر الساحل الشرقي	٥,١٠	٠,٠٣	٢١,٨	٢,٧
جزر الساحل الشمالي	١,٤٤	٠,٠١	٢٣,٩	٢,٩
جزر الساحل الغربي	٨١,٣٢١	٠,٧	١٢١,٦٧	١٤,٩
المجموع	١١٨٣٧,٨٦١	%١٠٠	٨١٧,٣٧	%١٠٠

٢- تبلغ أطوال سواحل جزر الساحل الغربي أكثر من (٢,٧) ضعفا قدر سواحل جزر الساحل الشرقي والشمالي مجتمعة، وتقدر نسبتها بحوالي (٧٢,٧٪)، بينما تبلغ نسبة سواحلها (جزر الساحل الغربي) العامة قياسا بمجموع أطوال السواحل القطرية حوالي (١٤,٩٪)، والجدول التالي يوضح مساحة الجزر وأطوال سواحلها ونسبها:

جدول رقم (٨-٥)

توزيع مساحة الجزر القطرية وأطوال سواحلها ونسبها المئوية

المجموعة	المساحة (كم ^٢)	%	أطوال السواحل (كم)	%
جزر الساحل الشرقي	٥,١٠	٥,٨	٢١,٨	١٣,٠
جزر الساحل الشمالي	١,٤٤	١,٦	٢٣,٩	١٤,٣
جزر الساحل الغربي	٨١,٣٢١	٩٢,٦	١٢١,٦٧	٧٢,٧

٣- لا تزيد مساحة أكبر جزر الساحل الشرقي (العالية) والشمالي (جزيرة ركن) على (١,٥) كم^٢، (٠,٨) كم^٢ على التوالي، في حين تبلغ مساحة أكبر جزر



الساحل الغربي (جزيرة حوار) حوالي (٦٠, ٨) كم، وبنسبة (٦٩, ٢)٪ من المساحة الإجمالية للجزر، وأكثر من (٥, ٠)٪ من مساحة شبه جزيرة قطر.

٤- تشكل جزر الساحل الغربي النهاية الغربية لليابس القطري المتمثل في قبة قطر الرئيسية وحدبة دخان، بمعنى أن مجموعة جزر الساحل الغربي كانت كلا متصلًا بشبه جزيرة قطر قبل أن تتعرض المنطقة لحركات أرضية إقليمية ساهمت في تشكيل المحذبات والمقعرات والقباب الملحية في الخليج العربي، بينما تتأرجح جزر الساحل الشرقي بين الطابع الإرسابي (العالية والسافلية)، والتقبيات الملحية (حالول، وشراعوه)، والأذرع الصخرية الممتدة نحو الشمال الشرقي لليابس القطري ممثلة في (جزيرات الأسحاط).

٥- تتميز جزر الساحل الغربي بكثرة تعاريج سواحلها مما يترتب عليه وجود العديد من الظواهر الجيومورفولوجية المتمثلة في الرؤوس البارزة التي باتت تتعرض لعمليات النحت البحري، والخلجان والتقوسات والتداخلات الساحلية التي تعتبر بيئة صالحة لعمليات الإرساب.

٦- تختلف خصائص مياه خليج سلوى التي تبرز وسطها جزر الساحل الغربي عن خصائص مياه الجبهة البحرية الشرقية لدولة قطر، إذ تتعرض الأولى من جانب لعمليات البخر الشديدة التي تؤثر على ملوحتها، وعمليات الإرساب البحري التي تؤدي إلى ضحولتها من جانب آخر، فيما تقل نسب كل من التبخر والملوحة في الثانية، وتزداد أعماقها نسبيًا.

٧- تتجمع جزر الساحل الغربي حول جزيرة حوار الأم في قطع نصف دائري، يحتضنها جميعا الساحل الغربي لقطر ممثلاً في شبه جزيرة أبروق، وتقع ضمن مساحة لا تزيد رقعتها على (١٢٤) كم، وتمتد بين خطي عرض (٢٥ ٣٢ ٣٠ و ٢٥ ٤٥ ٢٨) شمالاً، وخطي طول (٥٠ ٤٤ و ٥٠ ٤٩ ٣٠) شرقاً، فيما تتبعثر جزر الساحل الشرقي فوق رقعة تقدر مساحتها بأكثر من (١٠) آلاف كم من مياه قطر الإقليمية.



(ب) الوحدات الجغرافية الطبيعية لجزر الساحل الغربي؛

وفيما يلي دراسة تفصيلية لخصائص شبه جزيرة أبروق وأرخبيل جزر حوار من الناحية الطبوغرافية، لذا يمكن التعرف على الوحدات الجغرافية التالية:

١- السهل الساحلي:

نعني بالسهل الساحلي (الخريطة رقم ٨-٧) ذلك الشريط الذي يمتد على طول السواحل ويوازها مع إضافة بعض الأجزاء الداخلية نظرا لضيق الرقعة التي تغطيها الجزر وتدني مناسيبها، وتتفق حدوده الداخلية في كثير من قطاعاته مع خط ارتفاع (٤) م فوق مستوى سطح البحر.

فالسهل الساحلي في جزيرة حوار Jazirat Huwar أكثر اتساعا على الجانب الغربي منه على الجانب الشرقي، ويعزى هذا الاتساع وذلك الضيق إلى تراجع الجروف الصخرية بعيدا عن خط الساحل أحيانا، وتجمعها على امتداد محاور طولية قريبة من سيف البحر دون أن تترك للسهل مجالا للظهور حتى في بعض قطاعاته أحيانا أخرى، ويتراوح اتساع السهل على الساحل الغربي بين (٦٠٠) م في الطرف الجنوبي، يزداد اتساعا بالاتجاه نحو الشمال ليصل إلى (٢,٦) م في القسم الأوسط من الجزيرة، ويرجع سبب الاتساع إلى التحامه مع الشريط الساحلي الشرقي.

يقل عرض الشريط الساحلي في القسم الشمالي من جزيرة حوار ليسحوم حول القيمة (١,٥) كم، وذلك بسبب انفراج السطوح المرتفعة، إضافة إلى أن الساحل الغربي يتميز بقلة تعاريجيه إلا من بعض الثقوسات والتداخلات الساحلية والبروزات الصخرية اللاتي تميز ظهر (قَتَب) الحوار وخاصة القسم الأوسط منه.

أما الشريط الساحلي الشرقي فهو - كما أوضحنا - يضيق لدرجة أنه يختفي في بعض قطاعاته وخاصة في الجزء الشمالي الشرقي، والسبب في ذلك: اقتراب الحافات الصخرية في هذا القطاع من الساحل بحيث لا تفصح المجال أمامه للظهور، ويتراوح اتساعه ما بين (٥٠) م و (١,٥) كم و (٣٠٠) م في قطاعاته الشمالية والوسطى والجنوبية على التوالي، ويعني ذلك أن كثرة التعاريج والتداخلات الساحلية وبرز بعض الرؤوس الصخرية وتوغلها داخل البحر سمحت باتساعه.

وفي شبه جزيرة أبروق فإن سيطرة المرتفعات وامتداد محاورها بين الشمال والجنوب له أكبر الأثر في تحديد اتساع السهل الساحلي وزيادة رقعته على الجانبين، كما تؤثر على أنماط التصريف المائي التي تتمثل في مسلسل سيلية فصلية قصيرة وسريعة، تتوقف نهاياتها وسط مجموعة من المنخفضات التي تحول دون أن تبلغ البحر، تشذ عن هذه القاعدة الأجزاء الشمالية الشرقية والشمالية الغربية، حيث يتسع السهل الساحلي فيبلغ (٢,٧) كم، تتخلله بعض التلال المنعزلة والشواهد الصخرية لتقطع التواتر الرتيب للسطح.

وإذا حاولنا المفاضلة بين الشريطين الساحلين الشرقي والغربي لشبه جزيرة أبروق، لاتضح لنا أن الشريط الشرقي في إطار السهل الساحلي أكثر اتساعاً من نظيره على الساحل الغربي، إذ يبلغ اتساعه في الحالة الأولى ما بين (٥٠) م إلى (١,٥) كم، بينما لا يزيد عرضه على (١) كم، ولا يقل عن (١٥٠) م في الحالة الثانية، وهو أمر طبيعي ما دامت الجروف الساحلية تقترب لدرجة التماس من خط الساحل الغربي، وتبتعد نسبياً عن الساحل الشرقي.

ولئن ظهر هذا التباين الواضح للشريط السهلي الساحلي بين كل من شبه جزيرة أبروق وجزيرة حوار، فكأنه استجابة صريحة للغطاء الصخري المرتفع نسبياً والذي يسيطر على طبوغرافية المنطقة، في حين تختفي سيادة هذا المظهر في بعض جزر الأرخبيل ليسود السطح مظاهر مستوية لا تزيد ارتفاعاتها على (٣) م، ويتمثل ذلك في جزيرة سواد، وجزيرتي رباط الشرقية والغربية، وجزر جنان وعجيزة وبوصد وأبوسداد.

ولعل جزيرة سواد الجنوبية Suwad al Janubiyah التي يتميز سطحها بالاستواء الرتيب، تنفرد بمساحة تقدر بحوالي (١٠,٥) كم^٢، تغطي المنطقة السهلية نسبة (٧٥٪) منها، ويتسع السهل الساحلي في القطاع الشرقي فيبلغ أكثر من (٨٠٠) م، يزداد اتساعاً إلى أقصى مدى له في الطرف الشمالي الغربي من الجزيرة والذي يمثل الرأس والرقبة حتى (١,٣) كم، ثم يضيق في الأجزاء الشمالية (ضهر الجزيرة) والغربية والجنوبية بحيث يبلغ انفراجه في حدود (١٠٠، ١٤٠، ٥٠٠) م على التوالي.

أما جزيرة أم خرورة Umm Kharurah ، فهي عبارة عن كتلة صخرية مرتفعة تشبه المعين في شكلها تقريبا ، ويتميز سهلها الساحلي بالانتساع النسبي على طول الساحل الجنوبي ، بحيث يتراوح عرضه على امتداد محوره من الغرب إلى الشرق ما بين (١٦٠ و ٥٠٠ و ٢٠٠) م ، وفيما عدا ذلك فلإن السهل الساحلي يضيق متأثرا باقتراب الحواف الصخرية من خط الساحل ، ومع ذلك يبلغ عرض الشريط الساحلي بين (١٠٠) م على الساحل الشرقي ، ليصل إلى (٦٠) م على الساحل الغربي ، وإلى (١٤٠) م كحد أقصى في ظل هذه الظروف على الساحل الشمالي .

٢- الشريط الهامشي الداخلي؛

نقصد به المنطقة السهلية الداخلية التي تفصل السهل الساحلي بعلواته التي لا تزيد على (٤) م عن العمود الفقري الذي يرتفع إلى أكثر من (٨) م ، ويبدو أن عمليات النحت والإرساب حققت نشاطا واضحا ، وأسهمت بشكل أو بآخر في تسوية السطح وتخفيض مناسيبه ، حتى بات على شكل هضبية مستوية ذات ارتفاعات متوسطة نسبيا ، كما هو الحال في جزيرتي حوار وسواد الجنوبية ، حيث تنحدر الهضبية في بعض قطاعاتها انحدارا خفيفا نحو السهل الساحلي ، أو تبدو على شكل مدرجات (مصاطب صخرية) في قطاعات أخرى ، تظهر هذه الأشكال في وسط وجنوب جزيرة حوار ، الأجزاء الغربية من شبه جزيرة أبروق ، إذ تحصر فيما بينها أحواضا داخلية تتسع عند الهوامش وتضيق بالاتجاه نحو الداخل نظرا لتعرض الهوامش لعمليات النحت التراجعي ، فيتسع بالتالي الشريط الهامشي ، في حين تستقبل الأجزاء الداخلية للأحواض الرواسب المنحوتة التي تتجمع في قيعانها ، فتعمل بدورها على توازنها تقريبا مع الجوانب الهامشية .

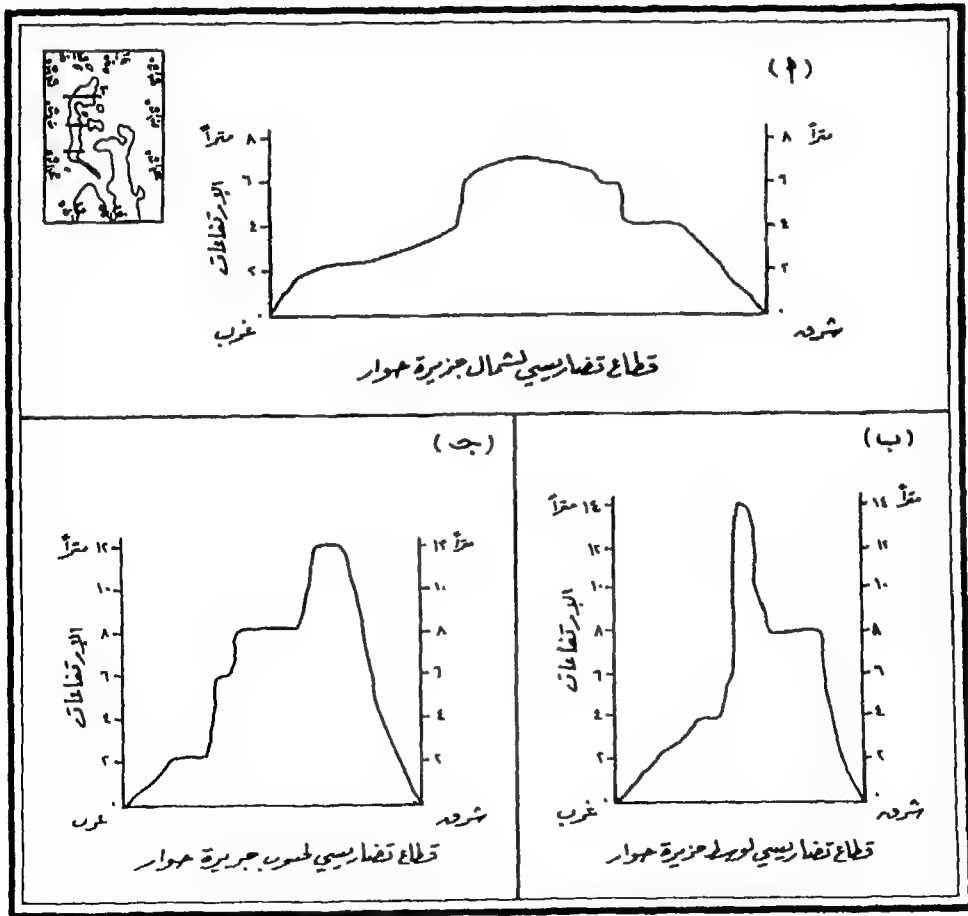
٣- الوحدات التضاريسية المرتفعة؛

نقصد بها المناطق التي تزيد ارتفاعاتها على (١٢) م ، وتتمثل في الأجزاء الوسطى والجنوبية من جزيرة حوار ، والأجزاء الوسطى من جزيرة أم خرورة وشبه جزيرة أبروق ، وتعكس هذه العلوات صفة التكوينات السطحية ودرجة تماسكها وصلابتها في ظل ظروف الجفاف ، وفعل الأمطار التي قد تنهمر بشكل فجائي وغير المتوقع في كثير من الأحيان على سطوح تخلو من الغطاء النباتي ، ومدى



التباين في درجات الحرارة بين الصيف والشتاء، وبين الليل والنهار، وهي خصائص يترتب عليها سيادة عمليات جيومورفولوجية تتمثل في التجوية الطبيعية والكيميائية، وفي التعرية الهوائية، وهذا ما يؤكد تباين مقاطع الوحدات التضاريسية المرتفعة على كلا الجانبين الشرقي والغربي.

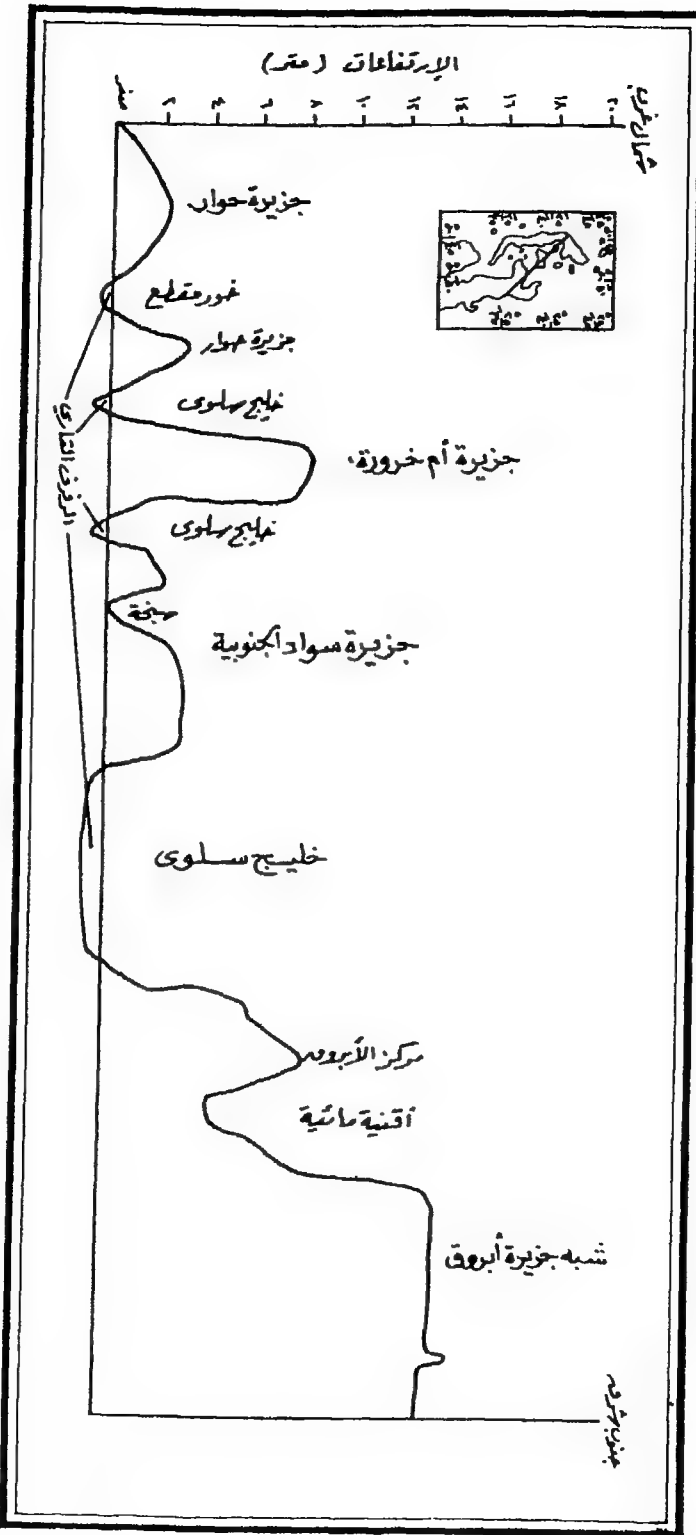
فمن دراسة القطاعات التضاريسية (الأشكال ٨-٨، ٨-٩)، تتضح لنا مجموعة حقائق طبوغرافية نلخصها في النقاط التالية:



شكل رقم (٨-٨)

مجموعة قطاعات تضاريسية لجزيرة حوارة

شمال غرب
الارتفاعات (متر)
جزيرة حوار
غور قلع
جزيرة حوار
خليج سلوى
جزيرة أم خروقة
خليج سلوى
جزيرة سواد الجنوبية
خليج سلوى
مركز الأبرود
أقنية مائية
شبه جزيرة أبوق
جنوب شرق



شمال شرق
الارتفاعات (متر)
جزيرة حوار
غور قلع
جزيرة حوار
خليج سلوى
جزيرة أم خروقة
خليج سلوى
جزيرة سواد الجنوبية
خليج سلوى
مركز الأبرود
أقنية مائية
شبه جزيرة أبوق
جنوب شرق

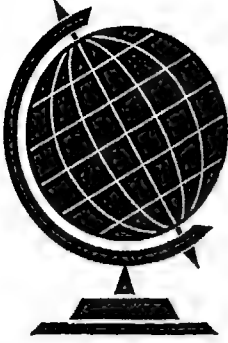
(أ) تتميز السطوح الغربية لكل من جزيرة أم خرورة، والقسم الأوسط من جزيرة حوار بانحدارات شديدة، نتيجة خضوع التكوينات الصخرية لعمليات النحت المستمرة، والتي ساهمت في تضرس السطح، فضلا عن تعرضها لعمليات تفكك الصخر وتحلله وبالتالي انهياره وتجمعه على شكل ركامات عند الحضيض.

(ب) هناك صورة تضاريسية في إطار هذه الوحدة تسيطر على الجانب الغربي من جزيرة حوار تتمثل في ظاهرة المصاطب الصخرية، يدل ظاهر هذه المصاطب على أن سطح الجزيرة مر بمراحل تطورية انعكست آثارها على ما تبديه من فروقات في ارتفاعاتها، بحيث تتفاوت هذه الارتفاعات ما بين (١٨) م لأكثرها ارتفاعا، تليها إلى أسفل مصطبة تمتد عرضيا إلى حوالي (٧٥٠) م، وارتفاعها إلى (١٤) م فوق مستوى سطح البحر، وإذا هبطنا الشكل شبه السلمي لهذا الجانب لطالعتنا مصطبة ضيقة تنحدر انحدارا هينا بارتفاعها الذي يبلغ (١٢) م فوق مستوى سطح البحر، ويبدو أن هذه المصطبة - التي تشكل الإطار الداخلي للسهل الساحلي - تمثل آخر مراحل التطور المورفولوجي، حيث ساهمت عوامل التعرية فيما بعد بنحت ظاهرها وتسويته فامتدت على إثره المصطبة ليلبلغ امتدادها (٤٠٠) م.

(ج) يختلف الوضع على طول السفوح الشرقية لكل من الأجزاء الجنوبية والوسطى من جزيرة حوار، فشكل السفح على الجانب الشرقي من وسط الجزيرة يتألف من تتابع واحد من تتابعات السفوح، حيث يتضح ميل الطبقات الخفيف نحو الغرب، وتبادل الطبقات الصلبة المواقع مع الطبقات اللينة، وهي خصائص أدت إلى تكوين جرف يظهر على ارتفاعات تتراوح ما بين (٨ و ١٤) م، ينتهي بمصطبة يصل عرضها إلى (٤٠٠) م، ومع هبوطنا باتجاه القاعدة تقل انحدارات السفح عما درج عليه صوب القمة، أما الجانب الشرقي من القطاع التضاريسي لجنوب جزيرة حوار، فيتكون في معظمه من وحدات مستقيمة، بمعنى أنه سفح ذو شكل مستقيم لأنه يتفق والبنيات الأفقية أو المائلة ميلا طفيفا نحو الغرب، هذه الخصائص الطبوغرافية تتمثل كذلك على طول الجانب الشرقي لجزيرة أم خرورة.

(د) ومن (شكل رقم ٨-١٨) لشمال جزيرة حوار نلاحظ اختلافا عما ألفناه في وسط وجنوب الجزيرة، إذ يتدرج المنحنى في ارتفاعه على الجانبين مع إبداء بعض الاختلافات البسيطة صعودا نحو تلة هضبية شبه مستوية، يعتليها تقبب طفيف تتراوح ارتفاعاته ما بين (٦-٨) م، ويلاحظ أن هذا التقبب يجنح نحو الجانب الشرقي، ويعني ذلك أن يتسع الشريط السهلي الساحلي على الجانب الغربي على حساب الجانب الشرقي الذي يبدو أكثر انحدارا وارتفاعا في بعض قطاعاته من نظيره الغربي.

(هـ) يلاحظ من (الشكل رقم ٨-٩) أن المناطق الوسطى لشبه جزيرة أبروق تبدو على شكل هضبة مستوية من الحماد الحجرية، تمتد على محور طولي شمالي - جنوبي، تبرز وسطها بعض التلال المنعزلة والشواهد المتمثلة في القور والكدوات، مثل هذه الظواهر تذف دليلا على صلابة صخورها ومقاومتها لعمليات النحت والتعرية.



الفصل التاسع

جيولوجية الجزر القطرية

أولاً: التتابع الطباقى للصخور.

ثانياً: البنية الجيولوجية.

ثالثاً: التطور الجيولوجي.

أولاً: التتابع الطباقى للصخور:

(أ) توزيع التتابعات الصخرية في جزر الساحل الشرقى:

تتتمي معظم الصخور السطحية التي تشكل ظاهر الجزر القطرية إلى الأنواع الرسوبية، ولا ترجع في عمرها إلى أبعد من الزمن الجيولوجي الثالث، يختلف الوضع في جزيرتي حالول وشراوعه، إذ يتعقد التتابع الطباقى للصخور في جزيرة حالول نظراً لوجود صخور اندفاعية متداخلة Intrusive Rocks تعود إلى الزمن الجيولوجي الأول، وتظهر على شكل اندساسات رايوليتية وأندسيتية، وجدت طريقها نحو السطح عبر مجموعة من الفوالق والشقوق والمفاصل، ومصاحبة لحركة التكوينات الملحية الصاعدة نتيجة الضغوط الجانبية التي أدت إلى بروز تكوينات قاع الخليج العربي على شكل تقوسات محدبة عرفت «بالقباب الملحية».

وقد اختلطت التكوينات البركانية مع الترسبات الحديثة ذات الأصل الفحمي والتي طمست معالمها عوامل التعرية بما خلفته من ركام السفوح Scree، والمفتتات الصخرية من البريشيا Breccia ذات الزوايا الحادة التي استقرت في مواضعها In Situ، ثم التحمت بمركبات معدنية ناتجة عن ترسبات من محاليل مائية.

أما النمط الثاني من الصخور في جزيرة حالول، فيعود إلى الزمن الرابع، وهو عبارة عن تكوينات من الرمال الكلسية الشاطئية، تنتشر على طول قطاعات متفرقة من السواحل الغربية والجنوبية الغربية، إضافة إلى القطاع الساحلى الجنوبي الشرقى، وتشاهد رواسب الحجر الجيري الناهضة إلى الجنوب الشرقى من المنشآت الحكومية، فيما تتناثر صخور الحجر الجيري الأوليتي إلى الغرب من هذا الموقع، تمثلها طبقات رقيقة متقطعة تصل ارتفاعاتها إلى (١٠) م فوق مستوى سطح البحر، ويبدو أن التتابع الطباقى للجزيرة لا يخلو من إرسابات الجبس التي تميل إلى اللون البنى الأصفر، وتغطي بعض مدرجات السفوح والتلال ذات الانحدارات الخفيفة.

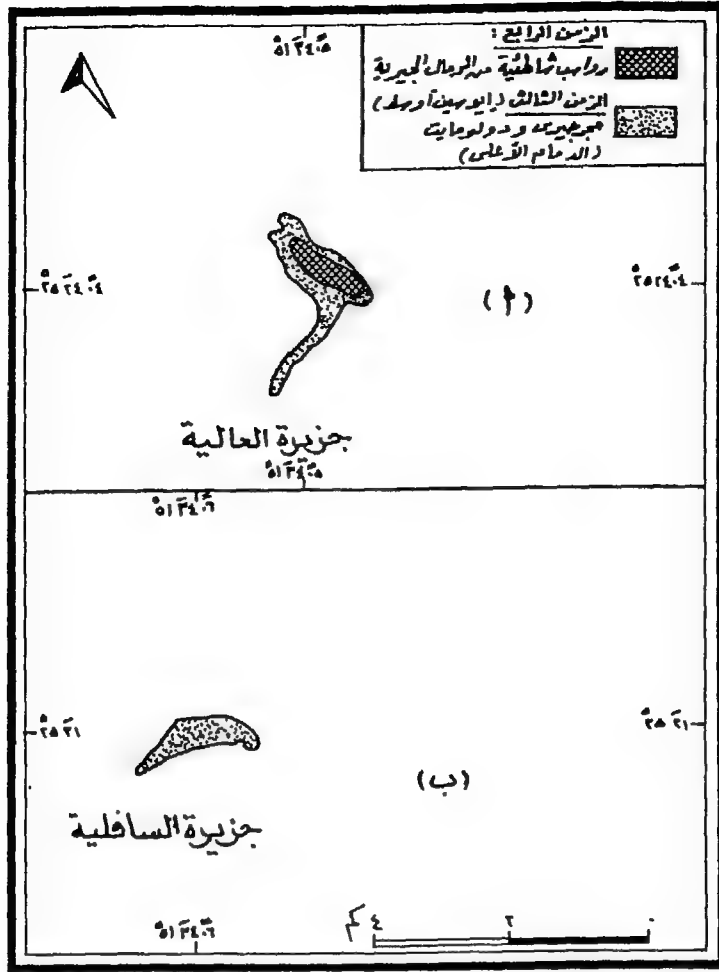
أما جزيرة شراوعه فتعتبر - كجزيرة حالول - إحدى جزر القباب الملحية، لذا تنتمي أقدم الصخور التي يضمها عمودها الطباقى إلى تكوينات «هرمز» وترجع إلى الزمن الجيولوجي الأول (في حدود العصر الكمبرى)، وهي صخور كربونية مائلة، تأثرت بالحركات الأرضية، بيد أنها - في هذه الجزيرة - أقل وضوحاً في

تأثرها من تكوينات جزيرة حالول، وتغطي التكوينات الحديثة معظم جزيرة شراعوه، وهي عبارة عن رواسب من الرمال الكلسية تعود للفترة الرباعية، وقد كان للرياح دور في تشكيلها على نسق الكتبان الرملية ولكن من النوع الصغير.

ليس لتكوينات الزمن الثالث (الإيوسين) وجود ضمن التتابع الطباقى لصخور مجموعة جزيرات الأسحاط، وإن وجدت فإنما تغطيها - بالإضافة إلى الرمال الكلسية العائدة للرباعي - طبقات أفقية ميوسينية دون أن تعطى الفرصة للظهور على السطح، والطبقات الميوسينية عبارة عن رواسب من الصلصال تختلط أحيانا بالدولومايت والحجر الجيري، وأحيانا أخرى بالطين الصفحي ورواسب من الطين الكلسي الذي يملأ بعض المخاضات، وهي في ذلك تماثل تكوينات جبل العديد الذي يقع فى أقصى الطرف الجنوبي الشرقي لشبه جزيرة قطر.

يلاحظ من واقع (الخريطة رقم ٩-١١، ب) أن الصخور السطحية في كل من جزيرتي العالية والسافلية وهما إحدى جزر الإرساب الواقعة قبالة الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر شمال شرق الدوحة وإلى الشمال من خط عرض (٢٥ ٢٠) شمالاً، تتألف في الأولى من مجموعتين صخريتين، تسمى صخور المجموعة الأولى إلى تكوينات الدمام الأعلى العائدة للإيوسين الأوسط، وهي عبارة عن صخور من الحجر الجيري والدولومايت المتماثل مع عضو سمسة.

ومن المحتمل أن تكون هذه التكوينات قد انكشفت على السطح نتيجة إزالة الرواسب الأحداث عمراً منها بواسطة التعرية الهوائية، أو أن مياه البحر قد انحسرت عنها فيما بعد فترة الإيوسين الأوسط فأضحت جزيرة شأنها في ذلك شأن القوس القطري، ثم توالى عملية الإرساب البحري حول الجزيرة مكونة إطارها الخارجى المتمثل في المجموعة الثانية العائدة للزمن الرابع (البلايوسين والحديث)، وهي رواسب شاطئية ذات رمال جيرية دقيقة الحبيبات، تحتوي - من جانب - على بقايا حيوانات صدفية، وتضم - من جانب آخر - عناصر كوارتزية، تماثلها في ذلك التكوينات الوحيدة التي تغطي السطح برمته في جزيرة السافلية.



شكل رقم ٩ - (١) الخريطة الجيولوجية لجزيرتي العالية والسافية

(ب) توزيع التتابعات الصخرية في جزر الساحل الغربي؛

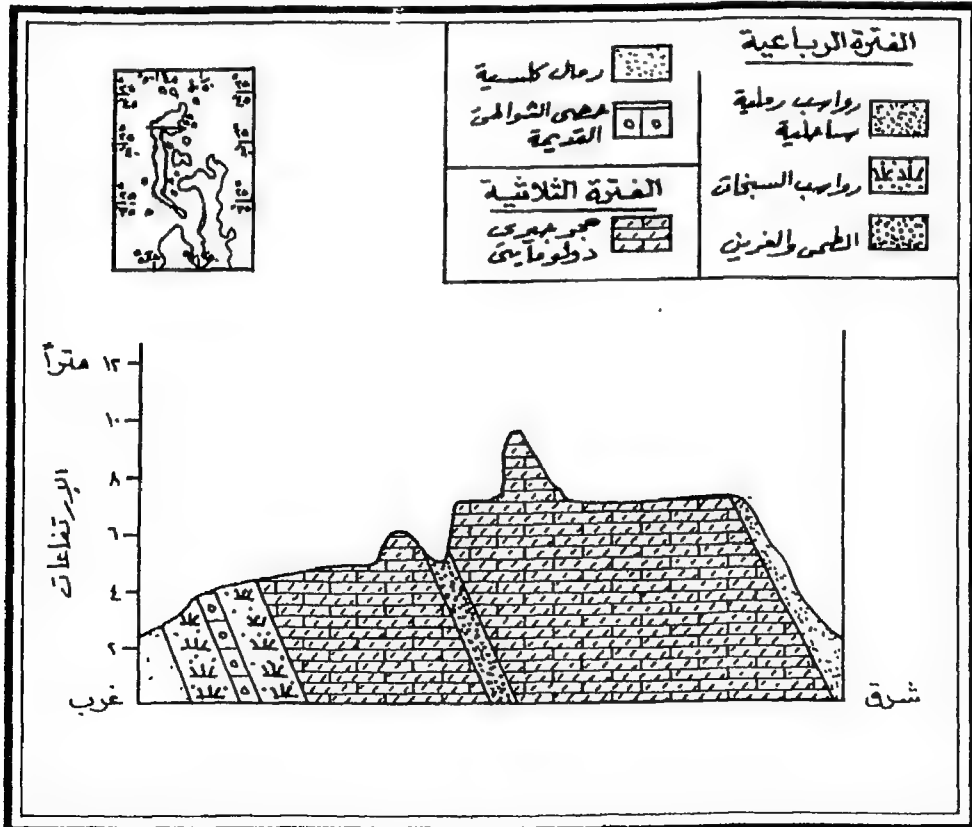
أما بالنسبة لأرخبيل جزر حوار وشبه جزيرة أبروق فيشمل تتابعهما الطباقية (خريطة رقم ٩-٢) على التكوينات التالية:

١- تكوينات الزمن الثالث:

تغطي التكوينات العائدة للإيوسين الأسفل والأوسط معظم السطح في أرخبيل جزر حوار، وتمثلها صخور الحجر الجيري الدولوميتي المتسمي للدمام

الأعلى، وتناظر الصخور الطباشيرية التي تحتوي على مواد عضوية في شبه جزيرة أبروق، وهي صخور متبلورة، تختلط برواسب من الطين الصفحي وراقات من شرائح الطين الأثابولجيتي، ويبدو أن العديد من الأماكن الحوضية وغيرها تظهر فيها صخور الأنهدرايت وتكوينات من الجبس، وتؤكد على هذا الواقع الخريطة الجيولوجية لغرب الخليج العربي (المساحة الجيولوجية الأمريكية، ١٩٥٨، رقم ٢٠٨، مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠)، ويشير وجود الأنهدرايت والجبس إلى تفسير العديد من الخصائص الجيومورفولوجية كوجود الحافات الصخرية والأحواض المغلقة في جزيرة حوار.

ومن تحليل القطاع التضاريسي الجيولوجي رقم ٩-٣ للجزء الشمالي لجزيرة حوار وخاصة إلى الشمال من خور مقطع يتبين لنا التالي:



شكل رقم (٩-٣) قطاع تضاريسي جيولوجي لجزيرة حوار
(شمال خور مقطع)

(أ) تتركز تكوينات الفترة الثلاثية في الوسط، بيد أن انتشارها المساحي يجنح نحو الجانب الشرقي في هذا التركيز.

(ب) يبدو أن السواحل الغربية مرت بمراحل تطورية وظروف إرسابية تختلف عما نلاحظه على السواحل الشرقية، وتفسير هذا التباين نستخلصه من سمات الإرسابات الحديثة على كلا الجانبين، إذ يتشر حصى الشواطئ القديمة على الجانب الغربي محاطا برواسب السبخات دون أن يظهر لهما مثيل على الجانب الشرقي، فيما تشكل الرواسب الرملية الشواطئ الحديثة على كلا الجانبين.

(ج) من الواضح أن إرسابات الطين والغرين المتمركزة في وسط تكوينات الثلاثي اشتقت عناصرها من الحجر الجيري والدولوميت، وكان الباعث على ذلك انحدار عدد من المسل السيلية ذات القدرة على النحت ونقل مفتحات الصخور الثلاثية باتجاه المخاضات التي غدت مناطق رراعية وحالت دون اتصال تكوينات الفترة الثلاثية.

(د) يتبين أن الساحل الشرقي من جزيرة حوار تأثر بالحركات التكتونية التي شكلت التداخلات الساحلية كخليج زكريت ودوحات الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، الأمر الذي أدى إلى نهوض ساحل جزيرة حوار الشرقي وبالتالي تميزه بارتفاعات قد تصل إلى (٨) م، في حين استمر الساحل الغربي يستقبل الرواسب الحديثة التي لم تصل في ارتفاعاتها إلى أكثر من (٣) م.

(هـ) نستنتج من واقع القطاع التضاريسي الجيولوجي أن التكوينات تميل باتجاه الغرب، وأن سطح الجزيرة استجابة لهذا الميل يتدرج في انحداره بنفس الاتجاه رغم وجود تباين في قيم هذا الانحدار.

٢- تكوينات الرباعي والحديث:

تغطي هذه التكوينات (خريطة رقم ٩-٢) نسبة كبيرة من مساحة أرخبيل جزر حوار، مما يقودنا إلى تقسيمها إلى الأنواع التالية:

(أ) الرواسب الطينية والسلتية. Qsm (ب) رواسب السبخات. Qsb

(ج) الرواسب الشاطئية. Qmcs (د) الرواسب الرملية. Qes



(أ) الرواسب الطينية السلتية: Qsm

وهي من الرواسب ذات الحبيبات الدقيقة، ألقت بها السيول المائية في المناطق الحوضية (المنخفضات الأرضية)، وإثر عمليات التجفيف التي تعرضت لها، وفقدانها لكل ما تحتويه من مياه، تماسكت ذراتها، وهي تساعد مختلطة في مواقعها بما تسفيه الرياح من رمال، هذه الخاصية كان لها الفضل الأكبر في تفكك التكوينات الطينية والسلتية، وجعلت منها تربات صالحة للإنتاج الزراعي، وتنتشر هذه التكوينات في مناطق متفرقة من جزيرة حواري بين الشمال والوسط والجنوب، ومن الملاحظ أنها تمتد في أشرطة طولية بوجه عام تتفق وشكل الحوض الذي تأثر بالمحور الطولي الشمالي - الجنوبي لجزيرة حواري.

(ب) رواسب السبخات: Qsb

وهي عبارة عن رمال جيرية بحرية، حبيباتها دقيقة، تشتمل على حفريات بحرية، ورمال هوائية سفتها الرياح، تتجمع في بقاع متناثرة من أرخبيل جزر حواري، فهي إما أن تكون داخلية (قارية) حالت الرواسب الشاطئية الكلسية التي تشكل في كثير من الأحيان أحزمة تغلف خط الساحل دون اتصالها بالبحر، فغدت أرضا جفت مياهها، وإما أن تكون شاطئية (خارجية) ما زالت على اتصال بمياه البحر فتغطيها أفنية المد العالي فتحيلها إلى أراض يصعب اجتيازها، وتشغل في توزيعها قطاعات من الساحل الشرقي لجزيرة حواري، وأجزاء من سواحل جزيرتي سواد الجنوبية وعجيزة، ومعظم جزيرتي رباط الشرقية والغربية.

(ج) الرواسب الشاطئية: Qmcs

تتكون من رمال دقيقة ناعمة، منتظمة الشكل، بها بقايا حيوانات صدفية بحرية، وعناصر من الكوارتز شأنها في ذلك شأن الرواسب الشاطئية المنتشرة على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة أبروق خاصة وشبه جزيرة قطر بصفة عامة، ويمكن تتبع توزيع هذه الرواسب على طول الساحل الغربي لجزيرة حواري، حيث يمثل حزاما يغلف الجزيرة، يتسع في الشمال الغربي ويضيق بالاتجاه نحو الجنوب، وتمثل إطارا يحيط بخور مقطع، وكما تحيط بالتكوينات الثلاثية في الأجزاء الجنوبية من الجزيرة والتي تمتد منها لسان طولي (حد الذيب) صوب الجنوب الشرقي ليلامس شبه جزيرة أبروق أو يكاد عند مدخل خليج زكريت. وهذه الرواسب كما

يبدو تشكل الأطر الخارجية لبقية جزر الأرخبيل، أو قد تنفرد في تغطيتها بمساحة الجزيرة كاملة، كما هو الحال في جزاير أبو سداد وجزر بوسدد وجزيرة جنان.

(د) الرواسب الرملية الهوائية: Qes

عبارة عن أكمات صغيرة تتناثر على طول الساحل الغربي، إلا أن هناك تجمعين للرواسب الرملية في جزيرة حوار يقعان إلى الجنوب من خور مقطع، يتخذ أحدهما اتجاها طوليا شمالي - جنوبي، والآخر اتجاها عرضيا شرقي - غربي، وتغطي هذه الرواسب سطوح الصخور الأيوسينية وقيعان المنخفضات، حيث ساهمت كل من الرياح والمسل المائية في نقلها وإرسابها في هذه المواقع.

وفيما يتعلق ببقية الجزر القطرية، فيتمثل في بعضها صخور تعود في عمرها إلى الإيوسين الأدنى والأوسط، وينطبق ذلك على جزيرة أبوفليسة التي تتكون معظم صخورها من الحجر الجيري الدولومايتي المحتوي على المارل، ويتميز جميعها لتكوينات الدمام الأعلى (عضو أبروق)، ويتمثل في بعضها الآخر تكوينات رباعية وحديثة من رمال كلسية بحرية تبدو على شكل حواجز جزرية (جزر الساحل الشمالي).

ثانيا: البنية الجيولوجية:

تأثرت الرواسب البحرية عند الهوامش الشرقية للرصيف القاري العربي بحركات تكتونية في عصر الإيوسين الأعلى، برزت على إثرها مجموعة أرخبيل جزر حوار وجزيرة أبوفليسة وجزيرة عيسر في الوقت الذي تشكلت فيه قبة قطر الرئيسية، وما ميل الطبقات الصخرية لهذا الأرخبيل نحو الغرب إلا وضع بنائي يتفق وقبة قطر التي تقع إلى الشرق منه، وعليه فإن الأرخبيل يمثل النهاية الغربية لبنية القوس القطري، ولولا حركة الالتواءات التي حدثت في عصر الميوسين وتشكلت على إثرها حلبة دخان وكل من مقعر ذكريت ودوحة الحصين وخليج سلوى لبقى الأرخبيل ملتحما باليابس القطري.

أما جزيرتنا حالول وشراوه، فيذكر ميجز (Meigs, 1966, XXVII, Unesco) أنهما جزيرتان بركانيتان، دفعه إلى ذلك اختلاط الصخور الإرسابية المتجمعة حول القبة الملحية ببعض التكوينات البركانية، إلا أن بيرسر وسيولد (Purser and Seibold, 1973, p. 3) وفيتا فينزي (Vita-finzi, 1973) ذكروا أن مثل هذه الجزر

عبارة عن قباب ملحية اندفاعية، تكونت بفعل ضغوط جانبية حدثت في الأعماق البعيدة، كانت سببا في تحرك الرواسب نحو السطح، فأدت إلى بروز قاع الخليج على شكل قباب ارتفعت فوق مستوى مياهه، وقد ساهمت التكوينات الملحية المندفعة إلى صعود التكوينات البركانية باتجاه السطح وإرسابها على هوامش القباب، وتعود هذه التكوينات إلى الزمن الأول، وهي تفسيرات أقرب إلى الواقع من سابقتها.

ومجموعة جزيرات الأسحاط Las'hat ما هي إلا امتداد طبيعي لليابس القطري إلى الشمال الشرقي من جبل العديد، وقد استمرت مغمورة بمياه البحر حتى فترة متأخرة من الميوسين الأدنى، مما أتاح الفرصة لاستقبال رواسب تنتمي لتكوينات الدمام الأسفل، وفي الميوسين الأوسط انتابت المنطقة حركات أرضية تشكل على إثرها جبل العديد وذراعه مجموعة جزيرات الأسحاط، في حين هبطت المناطق المجاورة مكونة خور العديد والمنطقة المحصورة بين هذه الجزيرات واليابس القطري، فحالت دون اتصالها به.

أما جزر البشيرية والعالية والسافلية والمركات (المكيار) فيعتقد بأنها نتوءات صخرية مرجانية، برزت فوق مستوى المياه أثناء انخفاض منسوبه، ومن ثم تجمعت حولها إرسابات رملية كلسية في طبقات متراكمة، ساعدها على ذلك رقة المياه وضحولتها، وطبيعة التكوينات القاعدية التي ترسبت عليها الرمال، وبمرور الوقت أخذت هذه الإرسابات تطمس معالم التتوءات الصخرية حتى يبدو أنها جزر إرسابية صرفة. وما المجموعة الجزرية الشريطية المتمثلة في ركن وأم تيس وقراض إلا من هذا النوع، وهي حواجز إرسابية تكونت فوق سطوح الفشوت الصخرية، آزرها في ذلك طبيعة الفشوت ورقة المياه وضحولتها والتيارات البحرية الساحلية التي تعتبر من أهم العوامل التي أبررت هذا التشكيل البنائي.

ثالثا، التطور الجيولوجي:

يبدو من الدراسة الجيولوجية أن الجزر القطرية تعرضت خلال تاريخها الجيولوجي لحركة مياه البحر طغيانا وانحسارا، واستقبالا لإرسابات متفاوتة نوعا وسمكا وخصائصا، عملت على بناء هذه الجزر، وقد سادت المنطقة حركات تكتونية كان لها أثر في تشكيل هذا البناء بأنماط تضاريسية وأشكال جيومورفولوجية سنناقشها فيما بعد، ولهذا التطور خصائص بنائية نلخصها في النقاط التالية:



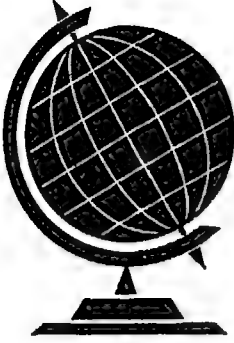
١- تعرضت منطقة الخليج الحوضية لغمر بحري خلال الزمنين الجيولوجيين (الأول والثاني)، أدت إلى تراكم طبقات سميكة من الرواسب المختلفة، ثم بدأت هذه الرواسب في النهوض تارة والهبوط تارة أخرى متأثرة بالحركات الأرضية التي بدأت تمارس عملها في الكريتاسي الأعلى حتى بلغت أوجها في الزمن الثالث (الحركة الألبية)، فكان للإرهاصات التكتونية أثر في حدوث بعض التقوسات والتقبيبات والتموجات في قاع الخليج العربي.

٢- في الإيوسين الأسفل والأوسط سادت ظروف البيئة البحرية الضحلة، مع هبوط متزايد للمنطقة في الإيوسين الأوسط نتج عنها إضافة إرسابات من الحجر الكلسي والطفل.

٣- في نهاية الإيوسين برزت أراضي بعض الجزر القطرية كمجموعة أرخبيل جزر حوار وأبوفليتة فوق سطح مياه الخليج مصاحبة لبناء القبة القطرية الرئيسة، لأن هذه المجموعة كما عرفنا سابقا تمثل النهاية الغربية لها، ويعني ذلك إسقاط تكوينات الإيوسين الأعلى والأوليغوسين وبداية الميوسين من العمود الطبقي لأرخبيل جزر حوار وأبوفليتة، حيث ساد الجفاف هذه الفترة نجم عنه تحول بعض الصخور الجيرية وتبلورها.

٤- طغى البحر الميوسيني على هوامش المناطق المرفوعة، وعلى الأجزاء التي ساهمت عوامل التعرية في نحتها، فتوضعت إرسابات من الصخور الجيرية والطين والطفل والجبس - تنتمي لتكوينات الدام - دون توافق فوق الطبقات الصخرية الإيوسينية، وفي أواخر الميوسين تجددت الحركات البنائية المولدة لكل من حدة دخان ومقر زكريت وخليج سلوى وخور العديد مع ظهور جزيرات الأسحاط التي تزامنت وتكوين جبل العديد.

٥- استمرت الحركة الميوسينية البانية للسطح في البليوسينية - البلايستوسينية، نشطت على إثرها عملية بروز القباب الملحية (Kassler, 1973, p. 17) المتمثلة في جزيرتي حالول وشراعوه، ولا يفوتنا في هذا المقام أن نضيف أثر التذبذبات التي حدثت لمياه البحر في الفترة الرباعية ارتفاعا وانخفاضاً على عمليات تطور السواحل حتى اتخذت أشكالها الحالية (راجع الفصل الثاني التطور الجيولوجي).



الفصل العاشر

جيومورفولوجية الجزر القطرية

أولاً: أقسام الجزر القطرية
ثانياً: الأشكال الجيومورفولوجية

أولاً: أقسام الجزر القطرية:

على ضوء دراستنا السابقة يمكن تصنيف الجزر القطرية من حيث النشأة والتطور الجيومورفولوجي إلى ثلاث مجموعات هي:

الجزر الصخرية - جزر القباب الملحية - جزر الترسيب.

١- الجزر الصخرية:

وهي مجموعة جزيرات الأسحاط والجزيرة (وتقع في خور الخور) وأرخييل جزر حوار وجزيرة أبوفليتة وجزيرة عنيير وتقع هذه الجزر قريبة من الساحل القطري وتعتبر امتداداً طبيعياً له، حيث تتكون من نفس صخور الألسنة الممتدة إليها من اليابس القطري، فجزيرات الأسحاط تمثل امتداداً نحو الشمال الشرقي لجبل العديد الذي ظهر في عصر الميوسين، وتتميز هذه الجزيرات بسواحل صخرية تتعرض لفعل النحت البحري، حيث تتضح هذه الظاهرة في حالة انحسار مياه البحر عنها وقت حدوث الجزر.

أما جزيرة أبوفليتة، فهي كما أوضحنا تقع عند مدخل دوحة فيشاخ، وتتكون من صخور أيوسينية تتخذ اتجاهها طولياً شمالي غربي - جنوبي شرقي، وهي قليلة الارتفاع، حيث لا تتجاوز ارتفاعاتها التي تتركز في الجانب الجنوبي الشرقي نحواً من (٤) م فوق مستوى سطح البحر، وقد تأثرت سواحلها وخاصة الشمالية والغربية بفعل عمليات النحت البحري، فتتج عنها تكوين بعض الفجوات والتداخلات الساحلية، كما تعرضت أطرافها الجنوبية لعمليات الإرساب، حيث يمتد لسان رملي نحو الجنوب الشرقي ليقابل الساحل القطري عند رأس حصين.

يختلف الوضع في أرخييل جزر حوار (جزيرتا حوار وأم خرورة) حيث تتميزها سواحل صخرية ذات جروف قائمة، تظهر أسفلها تجاويف ناتجة عن أعمال النخر التي تمارسها مياه البحر في حركتها، متماثلة في ذلك مع جروف شبه جزيرة أبروق (رأس أبروق)، وتتفاوت هذه الجروف والشرفات الصخرية في ارتفاعاتها بين (٢ و ٣) م في أقصى الأطراف الشمالية والجنوبية، وبين (٥ و ٦) م حول خور مقطع وخاصة سواحلها الشمالية والجنوبية، فيما يتميز السطح إلى الجنوب من هذا الخور بوجود تلال تصل ارتفاعاتها إلى أكثر من (١٤) م.



تشكل الخلجان والدوحات والرؤوس الصخرية أهم الظواهر التي يتصف بها الساحل الشرقي لجزيرة حوار، وهي عبارة عن تداخلات مائية في اليابس كخور مقطع أو نتوء صخري يتوغل في الماء لمسافات قد تصل إلى (٢) كم، تحيط بها أو تجاورها مساحات من السبخات الملحية تغمرها المياه أثناء عمليات المد العالي، وبالاتعداد عن حافات الجروف الصخرية على الساحل الشرقي ذات الانحدارات التي تتراوح ما بين (٤٥ و ٦٠) درجة، فإن سطح الجزيرة يأخذ بالانحدار التدريجي وتقل ارتفاعاته إلى أن نصل إلى مستوى سطح البحر على طول الساحل الغربي تقريبا، أما بقية جزر الأرخبيل فإنها مستوية السطح عموما، وقد تزين سواحلها بعض الجروف وخاصة السواحل الشمالية والغربية، فيما تسود السواحل الجنوبية والجنوبية الشرقية صور الإرساب المختلفة.

٢- جزر القباب الملحية؛

عرفنا من دراستنا لجيولوجية الجزر القطرية أن ظهور جزر القباب الملحية يرجع إلى أثر كل من الحركات التكتونية التي أدت إلى اندفاع الكتل الملحية نحو السطح دون أن تخترقه، وإنما تسببت في تقبيه وتكسره، فاقتربت بذلك من الطبقات السطحية، وانخفاض مستوى سطح البحر الذي ساهم في بروزها فوق الماء جزرا. كان لارتفاعها فوق الماء، وقلة الأعماق البحرية حولها نسبيا، أن جعل منها حواجز تحد من سرعة التيارات البحرية، وتضعف في نفس الوقت من حركة الأمواج.

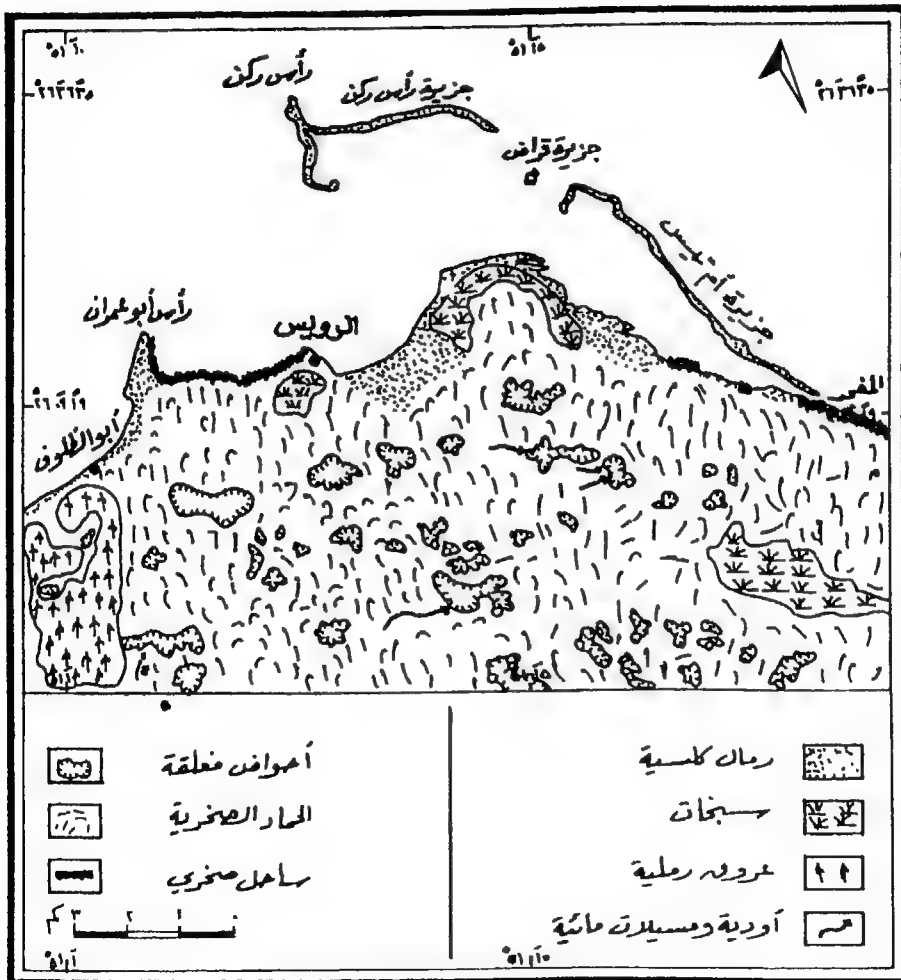
ولما كانت حركة المياه البحرية متأثرة بمحصلة الرياح الشمالية والشمالية الغربية، فإن الأشكال الساحلية تأثرت بذلك، فتباينت الجبهات الشمالية والغربية التي تركز فيها عمليات النحت عبر الجروف والرؤوس الصخرية، عن الجبهات الجنوبية والجنوبية الشرقية التي انحصرت فيها أعمال الترسيب فأضحت سهولا منخفضة، في حين نجد في الداخل سطوحا مستوية تتناثر فيها تلال صخرية منعزلة تقطع تواتر هذا الاستواء بارتفاعاتها التي تتراوح ما بين (١٠ و ٢٠) م، وبانحدارات جوانبها التي تبلغ في المعدل (٢) درجة.

٣- جزر الترسيب فوق الفشوات البحرية وقرب الساحل القطري؛

يتمثل هذا النوع في جزر وحالات (مفردها حالة وهي جزيرة صغيرة) الساحل الشرقي (البشيرية والمرقات والعالية والسافلية) والشمالي (ركن، أم تيس،

قراض) (شكل رقم ١٠-١) ولهذه الجزر خصائص مورفولوجية مشتركة تتمثل في السطوح المستوية، والارتفاعات المتدنية، وانعدام الفروق التضاريسية، وملامتها للساحل شأن الجزر الصخرية.

وكان لطبوغرافية قاع الخليج المتوجة، ومياهه الضحلة، وانتشار الشعاب والصخور المرجانية أثر في تكوينها، وتعتبر هذه الجزر كوابح تحد من سرعة التيارات البحرية القادمة من الشمال، مما يترتب على ذلك التخلص من حمولتها



شكل رقم (١٠-١) خريطة مورفولوجية لجزر الساحل الشمالي

التي تتألف من رواسب الرباعي والحديث، وتمثلها الرمال والطين والأصداف البحرية وبعض الحصى الصغير، إضافة إلى بعض العناصر المرجانية العضوية التي انفصلت عن أرصفة الشعاب المرجانية.

ثانياً: الأشكال المورفولوجية:

يدفعنا هذا العرض إلى أفراد دراسة مستفيضة عن الأشكال المورفولوجية التي تميز الجزر القطرية وخاصة أرخبيل جزر حوار، (بالتحديد جزيرة حوار) حيث تشكلت على سطح هذه الجزر أنواع متباينة منها، يمكن أن نصنفها إلى التالي:

- ١- الأشكال الساحلية.
- ٢- السبخات.
- ٣- الأحواض المغلقة (الخبرات).
- ٤- الأودية الجافة.
- ٥- التلال والشواهد الصخرية وجبل حوار.
- ٦- الأشكال الرملية.

١- الأشكال الساحلية:

عرفنا من دراستنا السابقة أن مساحة الجزر القطرية تبلغ (٨٧, ٨٦١) كم^٢، وأن أطوال سواحلها قدرت بحوالي (١٦٧, ٣٧) كم، وهي قيمة تعطينا نسبة عامة تتراوح بين (١ : ٥, ٠)، وهذا يعني أن كل (٥, ٠) كم^٢ مساحة يقابله (١) كم ساحل، بيد أن الدراسة التفصيلية لكل جزيرة على حدة تعطينا نسباً متفاوتة، وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

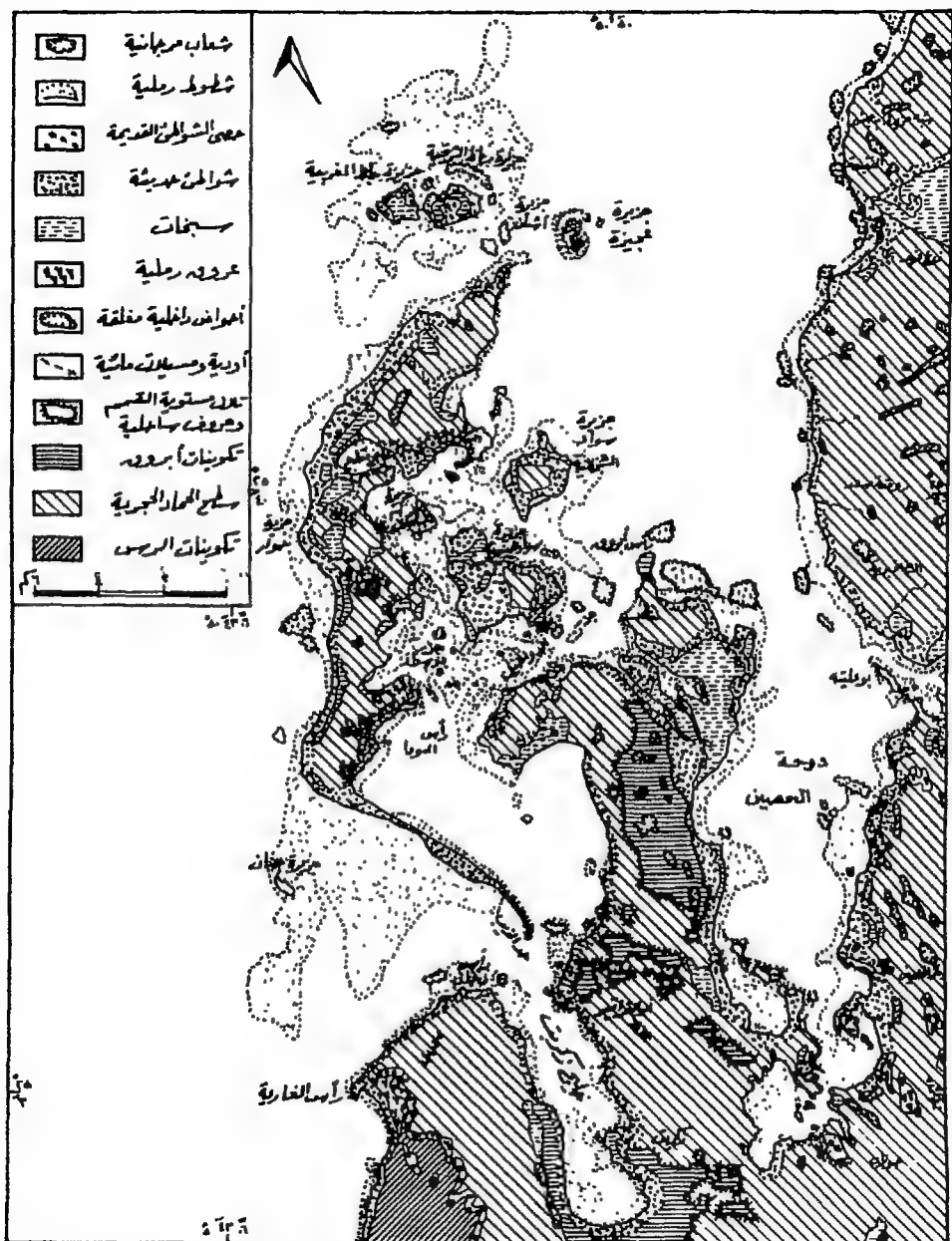
جدول رقم (١٠-١)

النسبة بين مساحة الجزر القطرية وأطوال سواحلها(*)

الجزيرة	المساحة (كم ^٢)	أطوال السواحل (كم)	نسبة الطول إلى المساحة
حوار	٦٠,٨	٧٢,٠	١ : ٠,٨٤ كم/كم ^٢
سواد الجنوبية	١٠,٥	١٣,٩	١ : ٠,٧٦
سواد الشمالية	٤,٣	٦,٥	١ : ٠,٦٦
رباط الشرقية	٢,٢	٧,٠	١ : ٠,٣١
العالية	١,٨	٧,٥	١ : ٠,٢٤
حالول	١,٥	٥,٠	١ : ٠,٣٠
رباط الغربية	١,١	٣,٨	١ : ٠,٢٩
السافلية	١,١	٤,٥	١ : ٠,٢٤
أم خرورة	٠,٩	٣,٢	١ : ٠,٢٨
ركن	٠,٨	١١,٠	١ : ٠,٠٧
أم تيس	٠,٥	١٢,٥	١ : ٠,٠٤
أبوفلية	٠,٣	٣,٠	١ : ٠,١٠
شراعوه	٠,١٤	١,٥	١ : ٠,٠٩

(*) لم تذكر بعض الجزر لصغر مساحتها.

فجزيرة حوار (خريطة رقم ١٠-٢) وهي أكبر الجزر القطرية مساحة، تبلغ نسبتها (١ : ٠,٨٤) كم/كم^٢، بينما تصل هذه النسبة في جزيرة أبوفلية إلى (١ : ٠,١٠) كم/كم^٢، ومع ذلك تتميز سواحل الجزر القطرية عامة وجزيرة حوار بصفة خاصة، بالبساطة وعدم التعقيد في خطوط امتدادها، حيث لا توجد الفروق التضاريسية بين أقسامها المختلفة. وتتخذ سواحل جزيرة حوار اتجاهها طويلاً شمالي - جنوبي يوازي محور القوس القطري. ورغم هذه البساطة فإن سواحل جزيرة حوار يكتنفها العديد من التداخلات والتعاريج الساحلية، لذا تميزت الجزر القطرية بسواحل مشرشرة، ونسترشد بمقدار شرشرة السواحل من مقارنة أطوال السواحل الشرقية الحقيقية لجزيرة حوار (مثلاً) بأطوالها في خط مستقيم، فنجد أن الساحل الشرقي الذي يبلغ طوله الحقيقي (٤٤) كم، لا يتجاوز طوله في خط مستقيم (٣٦) كم، فتكون النسبة بالتالي (١ : ٠,٢٨)، ويعني هذا أن كل (١) كم يكون نصيبه (٢,٠) كم شرشرة.



نسخة رقم (١٠-٢) خريطة مورفولوجية لأرض جبل عزر عوار والجانب المقابل من شبه جزيرة قطر

ومن أظهر هذه التداخلات الخلجان وما يميزها من رؤوس صخرية، إضافة إلى بعض البحيرات الساحلية، هذه الأشكال المورفولوجية تفصح عن العلاقة الوثيقة بين خصائص الصخور من جانب وكل من الحركات التكتونية وعوامل التشكيل الخارجية (النحت والإرساب) من جانب آخر، ولكي نقف على هذه العلاقة فضلنا تصنيف الأشكال الساحلية وفق ما اتبعناه عند دراستنا لشبه جزيرة قطر إلى التالي:

* التداخلات الساحلية. * أشكال الإرساب البحري.

* أشكال النحت البحري.

(١) التداخلات الساحلية:

وتمثلها الدوحات شبه الدائرية والخلجان المستطيلة ذوات الأصول البنيوية، وهي إحدى الأشكال الجيومورفولوجية التي يتميز بها الساحل الشرقي لجزيرة حوار، ويبدو أن جميع التداخلات الساحلية ذات نشأة بنيوية تزامنت مع تكوين خليج زكريت ودوحة الحصين وحلبة دخان، وتوافقت معها في الامتداد الطولي.

فهناك ثلاث من الدوحات أو الأخوار نبدأها من الشمال بخور رقم (١)، ويقع على بعد (٣) كم إلى الجنوب من الفرضة، تنتشر أمام مدخله وعلى مسافة كيلو متر واحد مجموعة جزيرات عنق الحوار، وينفتح على الجهة الشمالية الشرقية بفتحة يبلغ اتساعها بين الشمال والجنوب في حدود (٨٠٠) م، ويرتكز على محور شمالي - جنوبي بطول يصل إلى (١,٣) كم، في حين يبلغ عرضه (٦٠٠) م.

تسود هذا الخور ظاهرة الإرساب البحري الناتجة عن حركة المياه، ويلاحظ أن الشطوط الرملية تبدأ ضيقة إلى الشمال منه، تتسع بمجرد دخولها التجويف شبه الدائري بحيث تغطي كامل السطح فيه، وتمتد عرضيا ما بين (٥٠٠ و ٧٠٠) م، ويعزى ذلك إلى ضعف حركة المياه، وضحولتها، وتغير اتجاهها، ويبدو أن هناك لسانا رمليا في طور التشكيل يمتد في البحر أمام بداية ظهور تكوينات الشواطئ الرملية، ويرجع ذلك إلى تغير اتجاه حركة المياه القادمة من الشمال بمحاذاة الساحل، وتبلغ أبعاد هذا اللسان ما بين (١٥٠) م عرضا، و (٢٠٠) م طولاً.



أما الشواطئ الرملية الخطية فتوجد على الساحل الشمالي الغربي، حيث تأخذ في الاتساع بالاتجاه نحو الجنوب، ويعرض يتراوح بين (١٥٠ و ٣٠٠) م، بينما يغلف الجزء الجنوبي الغربي والجنوبي من هذا الخور شريط من السبخات يبدو أنه من الحدائث بحيث لم يتكون بعد أي شاطئ رملي على جانبيه المواجه للمياه، ومن المحتمل إذا توافرت ظروف تكوين هذه السبخة أن يتحول إلى نطاق من السبخات مع مرور الزمن.

ويقع خور مقطع رقم (٢) في وسط جزيرة حوار، ويبدو أنه أحد أهم التداخلات الساحلية توغلا في يابس الجزيرة، ويحتمل انطلاقا من واقع التكوينات الحديثة التي تحد جانبيه الغربي أن هذا الجانب كان منفتحا على مياه الخليج في الجهة الشرقية، وأن جزيرة حوار كانت عبارة عن قسمين شمالي وجنوبي، إلا أن ظروف البيئة الترسيبية كانت ملائمة لدرجة أنها ساعدت في تكوين مجموعة من الحواجز والألسنة الرملية التي كان امتدادها الطولي صوب الجنوب يتفق واتجاه حركة المياه، مما أدى في النهاية إلى التحامها ومن ثم تحجُّرها وربط القسمين معا بما يعرف الآن بجزيرة حوار.

يتوغل خور مقطع لمسافة (٢) كم في خط مستقيم من الفتحة الداخلية، وإذا أضفنا إليها طول القناة التي توصله بمياه الخليج لبلغت المسافة (٢,٥) كم، ويشغل مساحة تبلغ (١,٢٥) كم^٢، وبإضافة الرقعة الساحلية التي تغطيها القناة يصبح (١,٣٦) كم^٢، وبهذا يتكون خور مقطع من وحدتين:

١- قناة خور مقطع. ٢- بحيرة خور مقطع.

١- قناة خور مقطع:

تمتد لمسافة (٥,٠) كم، ويعوض يبلغ عند نقطة التقائها مع مياه الخليج حوالي (٥,٠) كم، تضيق القناة كلما اقتربنا من فتحة البحيرة فتبلغ (٢٠٠) م عرضا، وترتكز على محور جنوبي جنوبي شرقي - شمالي شمالي غربي، ويتفق هذا الاتجاه مع الرأس الرملي المتحجر الذي كان لامتداده صوب الجنوب أثر في توجيه القناة، وفي تركيز الشطوط الرملية في النصف الجنوبي من الجانب الأيمن لقناة خور مقطع (أي على طول الجانب الغربي لهذا الرأس)، ويوحى هذا التوزيع

إلى أن دوران المياه حول هذا الرأس يضعف من حركتها وبالتالي يسهم في انتشار الرواسب على هذا الجانب، بينما يخلو الجانب الآخر من الشطوط الرملية فيغدو أكثر عمقا، ويلاحظ أن حركة المياه عبر القناة تتجه من الجنوب باتجاه الشمال فالشمال الشرقي، حيث تلامس الساحل الشرقي للقناة قبل أن تقصد اتجاه الغرب عند عبورها فتحة البحيرة.

٢- بحيرة خور مقطع:

تمتد البحيرة بين الشرق والغرب بطول يبلغ (٢) كم، في حين تضيق عند المدخل وتبدأ في الاتساع نحو الوسط بعرض يبلغ (١,١) كم، وإذا اعتبرنا السبخة الواقعة إلى الشمال الغربي والمتوغلة في اليابس امتدادا للبحيرة، فإن عرضها يصل إلى أكثر من (٢) كم، وتتميز البحيرة بالخصائص المورفولوجية التالية:

(أ) الدلتا الداخلية:

تكونت دلتا عند مدخل بحيرة خور مقطع نتيجة التقاء مياه القناة المتدفقة صوب البحيرة، وتلك الخارجة منها، فتقل سرعة المياه وتهدأ حركتها، فتلقي حمولتها على هيئة دلتا جزرية تمتد لمسافة (٥٥٠) م، ويعرض (١٠٠) م.

(ب) الشطوط الرملية:

يتبين من (خريطة رقم ١٠-٢) أن الشطوط الرملية تشكل كل مساحة البحيرة، ويعني هذا أن عملية الإرساب وأنماط توزيع الرواسب ربما لم تتم في مرحلة واحدة، بل امتلأت في البداية الأجزاء الشمالية المتاخمة لمصدر الرواسب الرملية، تبتها عملية امتلاء الأجزاء الجنوبية، بدليل السبخة واللسان الرمي اللذين يقعان إلى الشمال الغربي من بحيرة خور مقطع.

(ج) ضحولة المياه في البحيرة:

يبدو أن موقع المقعر الذي تحتله البحيرة مناسبا لتزايد عمليات الإرساب التي تسببها كل من الرياح الشمالية الغربية السائدة، وحركة المياه، مما أدى إلى تحولها إلى شط رملي متكامل لا تزيد أعماق المياه فيه على متر واحد.



(د) قنوات المد والجزر:

يلاحظ أن قنوات المد والجزر تشكلت عند مدخل البحيرة، وتتخذ نمطا شجرياً تتجمع مياهها في ثلاث قنوات فرعية، تصب بدورها في قناتين تتصلان بقناة المد والجزر الرئيسة والتي تفضي بالنهاية إلى الممر الواصل بين البحيرة ومياه الخليج، وكان لضيق هذا الممر، ووفرة الرواسب الرملية (King, 1972, p. 155)، والعلاقة بين تيارات المد القوية والمدخل الضيق الذي تتميز به بحيرة خور مقطع أثر في تكوين هذه الشبكة من القنوات شأنها في ذلك شأن شبكة خور العديد، ومن أشكال الساحل الأخرى:

* أشكال ذات علاقة بالتكوينات الحديثة:

تضم بحيرة خور مقطع ذات الشكل البيضاوي سواحل شبه مستقيمة، تميزها تكوينات حديثة ترجع إلى عصر الهولوسين، باستثناء قطاع يقع في منتصف الساحل الشمالي يتكون من الحجر الجيري والدولومايت العائد للإيوسين الأوسط ويتتمي لتكوينات الدمام الأعلى والذي قد يحتوي على عضوي أبروق أو سمسة، فيما يكتنف مدخل البحيرة من الجهة الشمالية الشرقية حافات صخرية من الرمال المتحجرة ترتفع إلى أكثر من (٣) م، وتطل بشرفات شديدة الانحدار قد تصل إلى (٩٠) درجة، وتشكل هذه الحافات كما يبدو من الخريطة سلسلة متصلة تمتد نحو الداخل، وتعتبر حداً فاصلاً بين تكوينات عصر الإيوسين الأوسط وتكوينات الهولوسين الحديثة، وقد تظهر بعض التلال الشاهدة كالقور التي يصل ارتفاعها إلى حوالي (٧) م.

* الشواطئ والألسنة الرملية:

وهي شواطئ شريطية تغلف البحيرة من جميع الجهات باستثناء ما ذكرناه في البند السابق، وهي ذات رمال خشنة تمتد على هيئة أقواس مقعرة من الداخل، وقد تتسع كما هو الحال عند مدخل البحيرة؛ وذلك بسبب تزايد معدلات الإرساب دون غيرها من المواقع، ومن الجدير بالملاحظة أن شاطئاً رملياً يقع في الطرف الشمالي الغربي من بحيرة خور مقطع، ويمتد محورياً شمالي شرقي - جنوبي غربي لمسافة (٨٠٠) م، يفصل مياه البحيرة عن سبخة تقع إلى الشمال الغربي

منه، ويبدو أن هذا الشاطئ (اللسان الرملي) امتد في غموة باتجاه الجنوب الغربي منطلقاً آنذاك من خط الساحل ذي التكوينات العائدة للإيوسين الأوسط، تاركاً ممراً ضيقاً يربط بين البحيرة والسبخة، ومع امتلاء الجزء الشمالي الغربي من بحيرة خور مقطع بالإرسابات، بات في منأى عن مياه المد فتحول مع الزمن إلى سبخة.

يقع التداخل الساحلي رقم (٣) في القسم الجنوبي من جزيرة حوار، ويبدو على شكل تقوس مجوف يمتد في يابس الجزيرة لمسافة (١,٢) كم، ويفتح نحو الشمال الشرقي على شطوط رملية تمتد حتى جزيرة سواد الجنوبية، بحيث يبلغ عرض الفتحة في حدود (٦٠) م، ويلاحظ أن الشطوط الرملية تغطي مجمل مساحته التي تبلغ (٦٣,٠) كم^٢، ويغلب على سواحلها التي تتميز بقلة تعاريجها، تكوينات الحجر الجيري والدلومايت باستثناء القطاع الشمالي الغربي والغربي من الساحل، حيث تنتشر رواسب السبخات والشواطئ الرملية الخطية على التوالي. فيما ينفرد الساحل الجنوبي لهذا التداخل بظاهرة الجروف الساحلية ذات الانحدارات الشديدة والامتداد السلسلي، وبعض التلال الشاهدة التي تقع عند بوابة الساحل الجنوبي وترتفع إلى أكثر من (١١) م عن مستوى سطح البحر.

(ب) أشكال الإرساب البحري:

تتميز الجزر القطرية بانتشار الكثير من أشكال الإرساب البحري، فبعضها حديث التشكيل، وبعضها الآخر قديم التكوين، وبناء عليه يمكن مشاهدة العديد من مظاهر الإرساب البحري تم تصنيفها كالتالي:

* الشطوط الرملية. * الحواجز والالسة الرملية. * الشواطئ الرملية.

١- الشطوط الرملية:

تجنباً للتكرار سنحاول دراسة الشطوط الرملية المتاخمة لأرخبيل جزر حوار، ونبدأها بفشت الديبل (خريطة رقم ١٠-٣)، [الأدميرالية البحرية البريطانية، ١٩٧٤، خريطة رقم ٢٨٨٦] الذي يقع على بعد (٢٤,٥) كم إلى الشمال الغربي من رأس عمران، بزاوية مقدارها (٣٥) درجة، ويقطعه خط عرض (٢٦°١٧') شمالاً، وخط طول (٥٣°٥٠') شرقاً، وهو عبارة عن رصيف مرجاني يمتد بين



الشمال والجنوب لمسافة (٨, ٤) كم، في حين يتراوح عرضه بين الشرق والغرب ما بين (٢, ١) كم في نصفه الجنوبي وبين (٢, ٨) كم في نصفه الشمالي، ويغطي مساحة تبلغ في حدود (٢٤, ٥) كم^٢.

يحد فشت الديبل من جميع جوانبه خط أعماق (-٥) م، حيث يقترب هذا الخط من حدوده الشمالية والشمالية الشرقية، ثم يأخذ في الابتعاد كلما اتجهنا نحو الجنوب حيث تتناقص الأعماق التي تتراوح ما بين (-٢ إلى -٣) م على طول جوانبه الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية.

إلى الجنوب الغربي من فشت الديبل وعلى بعد (٧) كم تقع قطعة جردة ذات الشكل الدائري تقريبا، يمر بها خط عرض (٢٦ ١١) شمالا، وخط طول (٥٤ ٥٠) شرقا، بطول يبلغ (١, ٧٥) كم، وعرض قد يصل إلى (١, ٢٣) كم، وتشغل مساحة تبلغ (٢, ٧) كم^٢، وهي كنظير فشت الديبل عبارة عن شعاب مرجانية تتفق مع الأعماق الضحلة التي تتراوح ما بين (-٢ إلى -٤) م، وباتجاه الجنوب نصادف على بعد (١٢, ٢٥) كم فشت أدهم وهو عبارة عن شطوط رملية Sandbanks وحيود بحرية جافة Drying reefs (شعاب مرجانية)، تقع أطرافه الشرقية التي تمثلها قطعة الشجر Qit'at Ash Shajarah على بعد (١٢, ٦) كم إلى غرب غرب الشمال من رأس عشيرج، بزاوية يبلغ انحرافها في حدود (١٥)، وتقع ضمن خطوط أعماق تتراوح ما بين (-٢ إلى -٤) م.

يلاحظ أن الشطوط الرملية حول أرخبيل جزر حوار تتفاوت تبعا لظروف إرسابها ضيقا واتساعا، فنجد أنها تحيط بجزيرتي رباط الشرقية والغربية، إلا أنها أكثر اتساعا إلى الشمال من الجزيرتين منها إلى الجنوب، فيبلغ امتدادها بين الشمال والجنوب حوالي (١٠, ٥) كم، وبين الشرق والغرب (٥, ٣) كم، وفي جزيرة رباط الشرقية تختفي الشطوط الرملية من أمام الجزء الجنوبي الأوسط للشاطئ الرملي القديم، وتبرز وسطها الصخور المكونة للشعاب المرجانية، تمتد - وخاصة إلى الشمال الشرقي من جزيرة رباط الشرقية - كحاجز مرجاني قوسي الشكل إلى مسافة تزيد على (٢) كم. وحول جزيرة عَجِيْزَة الواقعة إلى الشمال الشرقي من جزيرة حوار تجمعت الشطوط الرملية، ساعدها في ذلك ما يتشر في محيطها من شعاب مرجانية كانت سببا في ضعف حركة المياه ومن ثم إرساب الرمال وتكوين الشطوط.



يتضح أن الشطوط الرملية تلازم خط الساحل الشرقي لجزيرة حوار، وفي أغلب الأحيان تتسع مع التداخلات الساحلية، وتضيق مع ظهور الرؤوس الصخرية، ولا يعني ذلك أن تغدو قاعدة، وإنما لابد من توافر شروط جوهريّة، منها: وجود صخور مكونة لشعاب مرجانية، ضعف حركة المياه أو تغير اتجاهها، وبتطبيقها على جزيرة حوار يتبين أن الشطوط الرملية تتجمع أمام التداخل الساحلي الذي يقع ضمنه خور مقطع، حيث كان لامتداد تكوينات الجزيرة على شكل لسان صخري باتجاه جزيرة سواد الشمالية أثر واضح في تغير اتجاه المياه وضعف حركتها، ومن ثم إرساب حمولتها من الرمال على نطاق واسع، حيث تحيط هذه الشطوط بمجموعة جزر سواد الشمالية والجنوبية وأم خرورة وأبو سداد وبوصدد، تتخللها بعض قنوات المد ذات الاتجاهات المختلفة، كما تمتد من هذه الشطوط العديد من الخطاطيف والألسنة الرملية المتباينة في اتجاهاتها واتساعها وأطوالها.

إذ يتضح - على سبيل المثال - أن لسانا رمليا يمتد من الشطوط الرملية الموجودة إلى الجنوب من جزيرة سواد الشمالية باتجاه الجنوب الشرقي صوب رأس أبروق، حيث يتفق هذا الامتداد مع محصلة الرياح الشمالية الغربية، ويبلغ طوله حوالي (٢,٢) كم، وعرضه يتراوح ما بين (٤,٠ و ١) كم، وإلى الجنوب من جزائر أبو سداد وبوصدد وأمام التواء الصخري للتداخل الساحلي رقم (٣)، تمتد السنة الرملية مدببة الرأس في بعضها وخطافية في بعضها الآخر باتجاه الجنوب في الأولى والجنوب الشرقي في الثانية، وتبلغ أطوالها (٨٠٠، ٩٠٠) م، وعرضها (٢٠٠-٥٠٠) م، (٣٠٠) م على التوالي، تنحصر الشطوط الرملية إلى الجنوب من البروز الصخري في شريط ضيق يلازم خط الساحل بعرض يتراوح ما بين (٣٠-٤٠) م، إلى أن تبدأ في الاختفاء تارة والظهور تارة أخرى على طول الجانب الشمالي للسان الصخري الذيلي لجزيرة حوار (حد الذيب).

يبدو أن غطت توزيع الشطوط الرملية على طول الساحل الغربي لجزيرة حوار أكثر انتظاما واتساقا، وأكثر التصاقا وضيقا منه على الساحل الشرقي، ولعل الانفتاح على مياه خليج سلوى وعمقها نسبيا حال دون اتساع الشطوط الرملية، فباتت محصورة في شريط ضيق يوازي خط الساحل، ويبدو أنها تتسع في قطاعين

من الساحل الغربي يقعان إلى الشمال والجنوب مباشرة من سنام الحوار (المقطع)، يتراوح عرضهما بين (١ و ١,١) كم على التوالي، ولكن ما يميز القطاع الشمالي من الشطوط الرملية امتداد لسان رملي يستدق بالاتجاه صوب الجنوب، يبلغ طوله (٦٠٠) م ويتراوح عرضه ما بين (١٠٠ و ٣٠٠) م، فيما يتميز القطاع الجنوبي في نهايته الجنوبية بوجود تجمعات من الصخور المكونة للشعاب المرجانية، الأمر الذي ربما أدى إلى الحد من سرعة حركة المياه، وبالتالي ساعد على تراكم الرواسب واتساع انتشارها عرضيا.

والى الجنوب من جزيرة حوار وخاصة جنوب اللسان الذيلي لها، ساعدت ظروف البيئة البحرية المتمثلة في الامتداد المحوري للذيل الصخري، وضعف حركة المياه ورققتها، واتجاه خط الساحل الفجائي نحو الجنوب الشرقي، إلى إرساب كميات هائلة من الرمال تتوزع على مساحة تبلغ في حدود (٢٦) كم^٢، بطول بلغ أقصاه باتجاه الجنوب (٧,٥) كم، وعرض يتراوح بين (٧,٥) كم بمحاذاة الساحل، وبين (٧,٥ و ١,٩) كم للسان الرملي الغربي، وبين (١ و ٣) كم للسان الشرقي، وتقع جزيرة جنان ضمن هذه الشطوط الرملية، وبالتحديد عند حدودها الغربية.

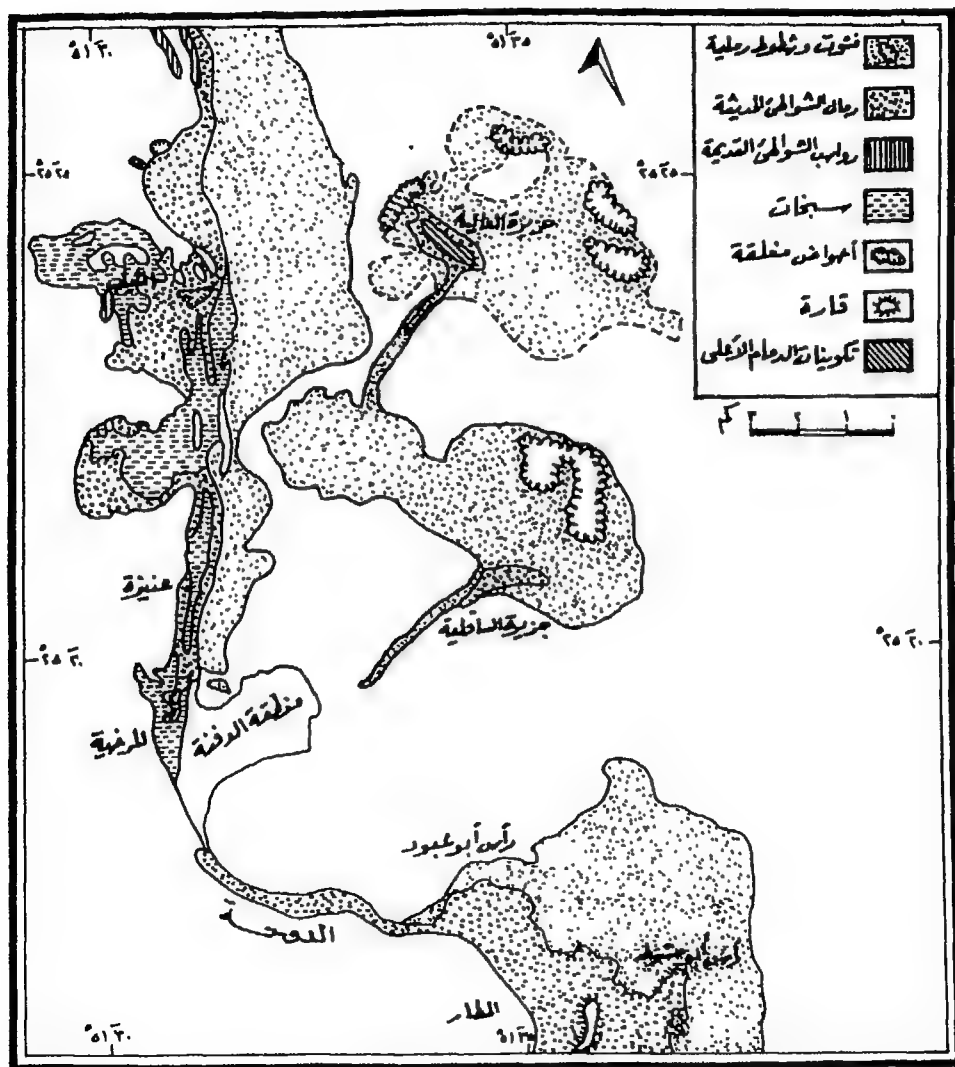
٢- الحواجز والألسنة البحرية:

وهي كثيرة ومتنوعة، منها ما يبدو على شكل ألسنة، أو خطاطيف، أو أنها مجرد حواجز من الرمال لا تتصل باليابس، ويبدو أن الحواجز لا تتمثل إلا في الطرفين الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي لجزيرة سواد الجنوبية، فالحاجز الشمالي الغربي يرتكز على محور شرقي-غربي ويمتد لمسافة (١,٤) كم، بعرض يبلغ بين (٥,٠ و ٧,٠) كم، وقد حجز خلفه بحيرة شاطئية كانت تغشاها مياه المد إلى أن امتلأت بالرواسب الرملية فأضحت تشكل سبخة ساهمت في ربط الحاجز بكتلة الجزيرة.

أما الحاجز الجنوبي الشرقي فيمتد بين الشمال والجنوب لمسافة (٥,٠) كم، ثم يتجه نحو الغرب لمسافة (٦,٠) كم، يليه في نفس الاتجاه حاجز آخر ربما يكون أحدث منه عمرا، يبلغ طوله في حدود (٩٧,٠) كم، وهي عبارة عن حواجز شريطية لا يزيد عرضها على (٩٠) م وقد تصل في الحاجز الأخير إلى (٢٥) م، ويلاحظ أن هذين الحاجزين (يمثلان جزيرات سواد الجنوبية رقما ٢٣، ٢٤) ساهما



ولعل الألسنة البحرية والخطاطيف أوسع انتشارا من الحواجز، حيث نشاهد لسانا بحريا يمتد من الطرف الجنوبي الشرقي لجزيرة العالية باتجاه الجنوب الغربي (خريطة رقم ١٠-٤)، ويستدق كلما ابتعدنا عن كتلة الجزيرة، يلزمه ويستمر في



شكلاً رقم (١٠-٤) خريطة مورفولوجية لجزيئتي العالية والساقلية والساحل المقابل

نفس الاتجاه شريط رملي حتى يلتحم بالشطوط الرملية الواقعة على بعد (٣, ٥) كم إلى الجنوب من جزيرة العالية، ويبدو أن هذا اللسان قد تكوّن على مرحلتين مختلفتين، يمتد الأقدم ذو التقوس الشمالي لمسافة (٧, ٠) كم، بينما يبلغ طول اللسان الأحدث ذي التقوس الجنوبي (٩, ٠) كم، مماثلة في ذلك اللسان البحري في جزيرة السافلية، إلا أن هذا اللسان الأخير يختلف عنه في أنه يمتد من الطرف الجنوبي الغربي للجزيرة، وفي أنه أقصر منه، ولكن إذا ما التحم بالشط الرملي المتفق معه في الاتجاه فإنه سيمتد إلى أكثر من (٢, ٣) كم، بشرط أن تتوافر ظروف الإرساب المستمرة، ويتخذ الشط الرملي الذي يبلغ عرضه (١٥, ٠) كم شكلا شريطيا، ويتجه صوب منطقة الدفنة التي يبتعد عنها في حدود (٨, ٠) كم باتجاه الشمال الشرقي.

تتمثل الألسنة البحرية في جزيرة سواد الشمالية، حيث تمتد ثلاثة ألسنة في اتجاهات مختلفة، تتكون جميعها من الرمال الكلسية، ينطلق الأول صوب الشمال بطول يبلغ (١, ١) كم، وعرض قد يصل إلى (٣, ٠) كم، ويحتمل أن يكون قد تكوّن على مرحلتين متتاليتين بدليل وجود انقطاع في عملية الإرساب وامتداد شريط من السبخات يفصل بينهما. ويمتد الثاني من الساحل الغربي نحو الشمال الغربي بطول لا يتجاوز (١٥٠) م، وعرض يبلغ (٧٥) م، تغطاه سبخة تمتد إلى الشمال منه بمحاذاة الساحل الغربي للجزيرة، أما اللسان الثالث فيتجه صوب الجنوب بطول يبلغ (٥٥, ٠) كم، وعرض يتراوح بين (١٥٠-٤٠٠) م، ويلاحظ أنه ينشئ من طرفه الطليق قليلا نحو الشرق، وتعليل ذلك ينحصر في اتجاه حركة المياه من تيارات بحرية وأمواج ومحصلة الرياح الغربية نحو الشرق، وقد تكوّنت في ظله نتيجة لركود المياه وتوافر الظروف سبخة تمتد عرضيا بموازاة الساحل الجنوبي.

وفي جزيرة حوار يتمثل على الساحل الشرقي لسانان، بحريان، يقع الأول أمام التداخل البحري الذي يفضي إلى خور مقطع، وهو عبارة عن خطاف يمتد طليقا نحو الجنوب لمسافة (١٠٠) م ثم ينثني متجها نحو الجنوب الغربي بطول يبلغ (٧, ٠) كم، ويوحى لنا هذا الخطاف بأن حركة الأمواج والتيارات البحرية تتقدم في هذا الموقع نحو الجنوب الغربي، مما أتاح الفرصة لها كي توزع الرواسب بهذا



النمط، ويقع الثاني في أقصى الطرف الجنوبي الشرقي لجزيرة حوار ويمتد نحو الجنوب الشرقي لمسافة (٧,٢) كم، وكأنه يريد أن يحقق حلم الاتصال ثانية بشبه جزيرة أبروق، وسيتم ذلك مع تزايد عمليات الإرساب، ويلاحظ أن اللسان الشريطي هذا يتسع في قطاعين، حيث يتراوح عرضهما بين (٤٠٠-٤٥٠) م، ويضيق في قطاعين، فلا يتجاوز عرضهما (٥٠) م، ويبدو أن هذا اللسان ينحرف من بداية طرفه قليلا نحو الجنوب تحت تأثير حركة المياه وطبيعة تراكم الرواسب وتوزيعها على جانبيه (يطلق على طرفه حد الذيب).

٣- الشواطئ الرملية الشريطية القديمة:

من واقع الخرائط الجيولوجية والمورفولوجية يتبين أن الجزر القطرية تكتنفها إرسابات حديثة ترجع إلى عصر الهولوسين، تتكون من الرمال والكلس المحتوي على محارات القواقع السائدة آنذاك مثل قواقع Gastropod، تشغل هذه الإرسابات كامل السطح في بعض الجزر كجزيرة السافلية الواقعة على الساحل الشرقي لشبه جزيرة قطر، وجزر أبو سداد وبوصدد وجنان، بينما تشكل في البعض الآخر نسبة كبيرة من تكويناتها وينطبق ذلك على جزر العالية ورباط الشرقية والغربية وعجيزة وسواد الشمالية والجنوبية وأم خرورة، وقد تحصر داخلها سبخات كالحال في رباط الشرقية والغربية، أو تكوينات من الحجر الجيري والدلومايت العائد للإيوسين الأوسط، ويتمثل ذلك في بقية الجزر السابقة.

وفي جزيرة حوار يبدو أن هناك اختلافا واضحا بين الساحل الشرقي ونظيره الغربي، إذ تمتد الشواطئ القديمة على الساحل الشرقي بشكل متقطع، وأن كثيرا من قطاعات الساحل تخلو منها، وربما يرجع ذلك إلى هبوط الأرض التي شكلت كلا من دوحة الحصين وخليج زكريت، وارتفاع هذه القطاعات عن منسوب مياه البحر فلم تعد تستقبل أيا من الرواسب البحرية، ويلاحظ أن الإرسابات الرملية التي تشكل الشواطئ القديمة على الساحل الشرقي ربما تعود إلى البليستوسين الأوسط بدليل أنها تقع في ظل إرسابات أحدث وهي السبخات، وتظهر هذه الشواطئ بشكل واضح أمام خور مقطع، وتمتد نحو الجنوب الشرقي لجزيرة حوار على شكل شريط يوازي خط الساحل وينتهي عند بداية اللسان الرملية الذيلي.

يختلف الوضع على الساحل الغربي لجزيرة حوار، إذ يمتد الشاطئ الرملي الشريطي على طول الساحل دون انقطاع إلى أن يلتحم باللسان الذي يمتد نحو شبه جزيرة أبروق ليحقق حلم الاتصال القديم بها، وسيتم ذلك إذا استمرت عملية الإرساب، إلا أن بروزا صخوريا يقع في الركن الشمالي الغربي ويتكون من صخور الحجر الجيري والدولومايت يخلو من إرسابات الهولوسين الحديثة، وإلى الجنوب من هذا الموضع تبدأ إرسابات الشاطئ القديم متسعة حيث يبلغ عرضها (٧, ٠) كم إلى أن نصل إلى ظهير خور مقطع، فتبدأ الشواطئ في الانحسار في شريط ضيق يتراوح عرضه ما بين (٢٠٠-٤٠٠) م إلى أن يلتحم باللسان الذيلي في الجنوب.

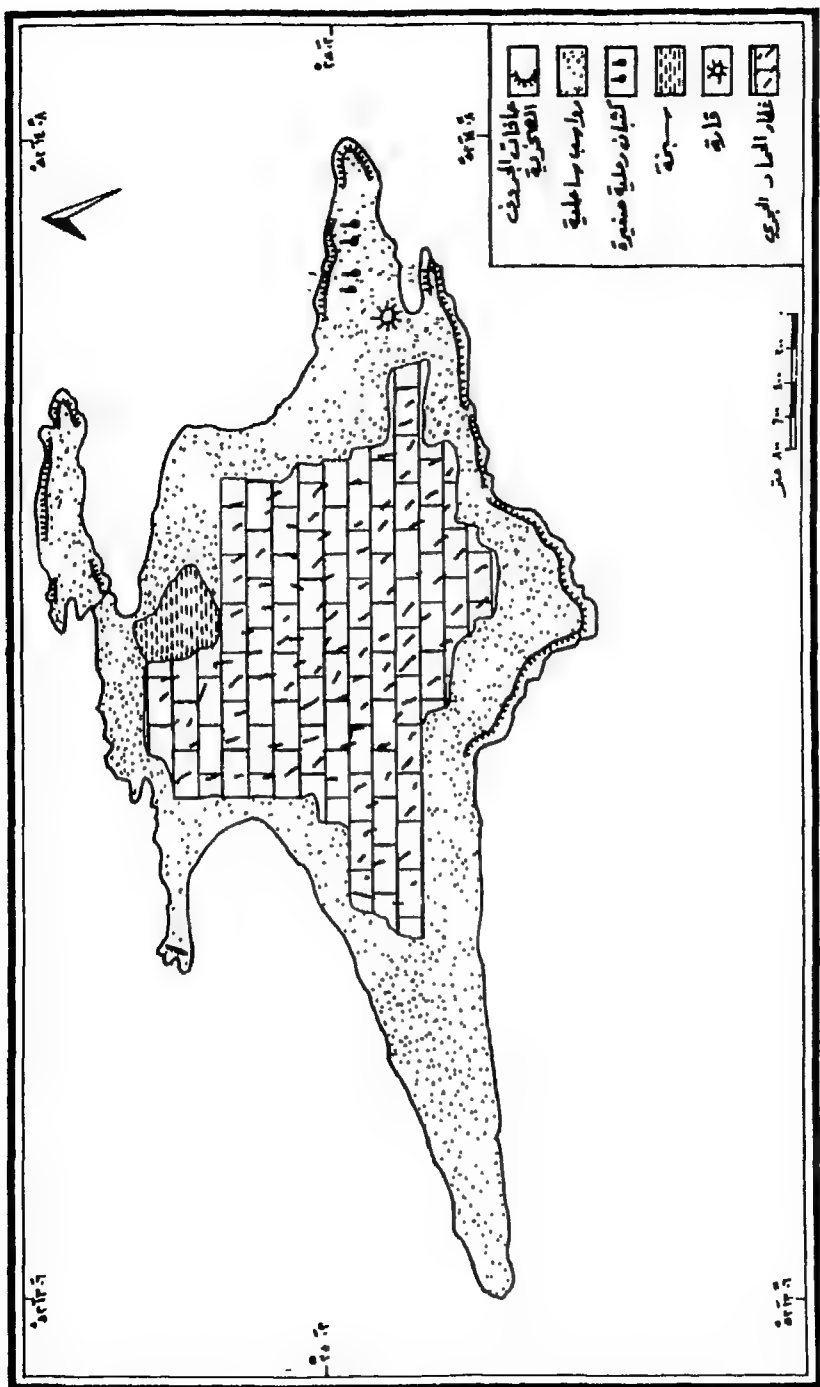
هناك شواطئ رملية قديمة ربما تكونت في فترة البليستوسين الأوسط، وهي كما يبدو تماثل شواطئ الساحل الشرقي لجزيرة حوار في بعدها الزمني، وتنتشر في منطقتين، يمتد الشاطئ الأول على هيئة شريط عيطي في الطرف الشمالي الغربي لخور مقطع، ويرتكز على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي، والدليل على قدمه وقوعه في ظل نطاق من السبخات، ويمتد الشاطئ الثاني من منتصف الساحل الجنوبي لخور مقطع باتجاه الجنوب الغربي حيث يقع هو الآخر في ظل سبخة تفصله عن الشواطئ التي تكونت حديثا على الساحل الغربي لحوار.

(ج) أشكال النحت البحري:

وهي أقل الأشكال انتشارا وتتمثل في:

الجروف البحرية: تبين لنا أن الجزر القطرية تميزها سواحل سهلية، تغطيها مفتحات رملية وصخرية، قد تجرفها حركة المياه فتغزو المنطقة ضحلة المياه، فيما تنتصب من التكوينات الصخرية جروف بحرية تختلف من حيث النشأة والتكوين، فهناك جروف ساحلية نشطة: تبدو على شكل ضلوع طبيعية، تنتشر في المناطق التي تتناوب فيها الطبقات الصخرية الكلسية (الدولومايت الصلب) مع رواسب من المارل والصخور اللينة، فلما أن تصاحب هذه الجروف تكوينات الجزر الملحية (جزيرتا حالول وشراعوه)، أو الجزر الصخرية (أرخييل جزر حوار)، وتتمثل بصفة خاصة حول هوامش القباب الملحية، ففي جزيرة شراعوه (خريطة رقم ١٠-٥)





شكل رقم (١٠-٥)

خريطة مورفولوجية لجزيرة شرعوه

تمتد الجروف الساحلية على طول كل من قطاعي الساحل الشمالي الغربي والجنوبي الشرقي، وتظهر فيها طبقات خفيفة الميل من الصخور الكربونية، توضع على تكوينات أحدث وأقل صلابة منها تعود إلى الزمنين الثالث والرابع.

يشتمل هذا الوضع في جزيرة حالول، حيث تطوق جروفها الساحلية الهوامش الخارجية للقبة الملحية، فالجروف التي تقع على الساحل الغربي وتواجه بجهتها الشمال والغرب تمتد على محور شرقي - غربي في أطرافها الشمالية، ثم تنقوس لتتخذ اتجاهها جنوبيا بطول قدره (٣١٣) م، وارتفاعات تتراوح بين (٢٠-٢٥) م فوق مستوى سطح البحر، وهي كما يبدو جروف مجوفة بسبب تعرض بجهتها للرياح الشمالية الغربية أو الغربية، كما تشاهد مثل هذه الجروف التي تسير في اتجاه عرضي على طول الساحل الجنوبي، وتطل بجهتها على الجهة الجنوبية، وهي أقل ارتفاعا من جروف الساحل الغربي، وأن أعماق المياه أمامها ضحلة قياسا بالجهة الغربية، وقد تبرز من بعض هذه الجروف آناف صخرية تمتد فوق الجهة كما هو الحال في الأجزاء الشرقية.

وفي جزيرة حوار (خريطة رقم ١٠-٢)، تمتد مجموعة من التضاريس البنيوية المتمثلة في الجروف الساحلية النشطة من منتصف الطرف الشمالي لخور مقطع البيضواوي باتجاه الشرق، حيث يبلغ طولها (٤,٥) كم دون انقطاع، تتجه هذه الجروف بجهتها نحو الجنوب لتشرف على خور مقطع بارتفاعات تتراوح ما بين (٤ و ٦) م، وما يميز هذه الجروف أنها تتجوف في بعض قطاعاتها، وتبرز على شكل آناف صخرية متقدمة فوق الجهة في قطاعات أخرى.

تتفاوت هذه الجروف في بعدها عن الساحل، إذ تطل النشطة منها بشرفاتها في قطاعها الغربي على الجانب الشمالي لخور مقطع دون أن تترك حتى ولو شريطا ساحليا يمكن تمييزه، فيما تأخذ في الابتعاد عن الساحل كلما سرنا على طول محورها الشرقي، فتغدو جروفا خاملة، ويتسع معها الشريط السهلي الساحلي ليصبح أكثر وضوحا، حيث يتراوح عرضه ما بين (٥,٠) كم في أقصى القطاع الشرقي إلى (١) كم في القطاع الأوسط.



أما ظاهرة الجروف البنيوية التي تحتل الجزء الجنوبي الشرقي من جزيرة حوار، فتمتد على محور شمالي شرقي - جنوبي غربي مع انحراف نحو الجنوب في قطاعها الغربي، ويبلغ طولها (٣,٥) كم، وتتميز هذه الجروف بكثرة تعاريجها التي ترسم تجاويف مقعرة وحواف بارزة تستقبل الجهة الجنوبية في قطاعها الأوسط، وتستمر كذلك في قطاعها الجنوبي، ويتراوح ارتفاعها بين (٦-١٢) م، وتشاهد مثيلاتها على طول السواحل الغربية والشمالية لشبه جزيرة أبروق.

٢- السبخات:

يتنشر العديد من السبخات في الجزر القطرية، وتختلف في توزيعها بقدر ما تختلف في مساحاتها وتباين في خصائصها وهي على نوعين:

* السبخات الساحلية. * السبخات الداخلية.

والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول رقم (١٠-٢)

أنواع السبخات ومساحاتها موزعة حسب الجزر القطرية

الجزيرة	السبخات الساحلية		السبخات الداخلية		للمجموع	
	المساحة كم ^٢	%	المساحة كم ^٢	%	المساحة كم ^٢	%
حوار	٠,٩٢	٤١,٤٤	٢,١٤	٨٠,٠٣	٣,٠٦	٦٢,٥٣
سواد الشمالية	٠,٢٥	١١,٢٦	-	-	٠,٢٥	٥,١١
سواد الجنوبية	٠,٤٩	٢٢,٠٧	٠,١١	٤,١١	٠,٦٠	١٢,٢٦
رياض الشرقية	-	-	٠,٤٢	١٥,٧١	٠,٤٢	٨,٥٨
رياض الغربية	٠,٥٦	٢٥,٢٣	-	-	٠,٥٦	١١,٤٤
شراعه	-	-	٠,٠٠٤	٠,١٥	٠,٠٠٤	٠,٠٨
المجموع	٢,٢٢	%١٠٠	٢,٦٧٤	%١٠٠	٤,٨٩٤	١٠٠

(أ) السبخات الساحلية:

تركز على طول سواحل أرخبيل جزر حوار، ولا وجود لها في جزر الترسيب أو جزيرة شراعوه، وهي بهذا تمثل (٧, ٢٪) من مساحة جزر الأرخبيل، ويلاحظ أنها تشغل قطاعات من الساحل في أربع جزر فقط، فهي في جزيرة حوار تنتشر في بقع متناثرة، شريطية الامتداد، على طول الساحل الشرقي، ولا وجود لها على الساحل الغربي، وذلك لعدم توافر ظروف تكوينها، وتشغل ما نسبته (٤٤, ٤١٪) من مجموع مساحة السبخات الساحلية، وحوالي (١, ٥١٪) من مساحة الجزيرة، ولعل انتشارها على الساحل الشرقي يؤكد على مدى التطور الذي يشهده هذا الساحل رغم وجود قطاعات ما زالت تسودها عمليات النحت.

تظهر السبخات الساحلية كذلك في كل من جزر رباط الغربية وسواد الشمالية والجنوبية، إذ تشغل في جزيرة رباط الغربية الوسط والساحل الجنوبي الشرقي بنسبة (٢٣, ٢٥٪)، في حين تمتد على شكل أشرطة خطية وتشغل قطاعات من سواحل جزيرة سواد الشمالية أهمها الأجزاء الشمالية الشرقية والغربية والجنوبية، وفي جزيرة سواد الجنوبية تشكل السبخات الساحلية (٧, ٢٢٪)، وتتركز في الأطراف الشمالية الغربية وقطاع من الساحل الغربي وكل من الاتجاهين الجنوبي الغربي والجنوبي الشرقي.

تعود السبخات الساحلية بحكم حدائتها إلى عصر الهولوسين، وبهذا تسعج في توزيعها مع قطاعات السواحل السهلية المنخفضة التي قد تصل في مناسبتها إلى مستوى سطح البحر عند الحواشي الخارجية، وإلى (٤) م عند الهوامش الداخلية كما هو الحال في جزيرة حوار وخاصة السبخة التي تقع في الخور رقم (١)، وتغطي أرضية السبخات رواسب من الطين المختلط بالدولومايت، وهي خصائص تطبعها بتصريف سيء، وباقتراب مستوى المياه الباطنية من سطوحها مما يبقي على رطوبة تكويناتها ولزوجتها.

(ب) السبخات الداخلية:

وتسمى بالقارية، وتقع بعيدا عن الساحل، وتمثلها السبخة الداخلية في جزيرة شراعوه، (خريطة رقم ١٠-٥) وتقع في الجزء الشمالي الأوسط من الجزيرة



عند المدخل الجنوبي للسان الصخري الممتد نحو الشرق، وتشغل هذه السبخة مساحة (٣٥٢٨) م^٢، أي (٠,٠٠٤) كم^٢، بنسبة (١٥,٠٪) من جملة مساحة السبخات الداخلية، وسبخة جزيرة رياط، وسبخة جزيرة سواد، وسبخات جزيرة حوار، تشغل سبخة رياط (٠,٤٢) كم^٢ أي ما نسبته (١٥,٧١٪) من مجموع مساحة السبخات الداخلية، يغلفها من الخارج حزام دائري من الشواطئ الرملية القديمة لم يكتمل اتصالها، بل أبتت على ثغرة ضيقة تقع في الطرف الجنوبي الغربي، ما زالت تربط السبخة في علاقة مع مياه البحر، ولهذا تتسرب مياه المد العالي عبر هذه الفتحة فتغمر من السبخة ما دنا من البحر وتبقى على رطوبتها.

أما سبخات جزيرة حوار فتمتد على شكل حزام متقطع يجنح نحو الساحل الغربي ويقع في ظل الإطار الذي يمثل خط الشاطئ القديم، وتشغل مساحة تبلغ في حدود (٢,١٤) كم^٢، أي بنسبة (٨٠,٠٣٪)، من مجموع مساحة السبخات القارية ومقارنة مع السبخات الساحلية فإن السبخات الداخلية تساوي حوالي (٢,٣) ضعفا، وتراوح مناسيب السبخات التي تحيط بخور مقطع من الداخل ما بين (٢ و ٣) م فوق مستوى سطح البحر، في حين لا يتجاوز منسوب السبخات التي تقع إلى الجنوب منه مترا واحدا.

٣- الأحواض المغلقة (الخبرات):

رغم أن الأحواض المغلقة هذه قليلة الأهمية قياسا بالظواهرات الأخرى، إلا أننا سنشير إليها بحكم أنها تمثل إحدى الأشكال المورفولوجية التي تميز سطوح الجزر القطرية، وهي عبارة عن خبرات: (جمع خبرة بفتح الحاء وتسكين الباء) تشكلت عند مستويات تفوق في ارتفاعها مناسيب السبخات، كان الباعث على تشكيلها كحفر تدرية Wind Blowouts في مناطق الصخور الرملية أو الحصوية فعل الرياح وعامل التكوين الصخري (صلاح بحيري، ١٩٧٢، ص ٤٧)، وتتمثل في جزر حالول وشراعوه وحوار، وهي بذلك أشكال حديثة ظهرت في كنف الظروف الصحراوية، تتخذ هذه الأحواض أشكالا دائرية وأخرى طولية تتفق وامتداد الجزيرة الطولي بين الشمال والجنوب، وتقدر أبعاد الأحواض الصغيرة القريبة من الساحل الغربي لجزيرة حوار ما بين (١٠ و ٥٠) م، في حين تبلغ

أعماقها ما بين (٥, ٠ و ٧٥, ٠) م. أما الأحواض ذات الامتداد الطولي فتتراوح أبعادها ما بين (٢٠٠ و ٧٥٠) م، ولا تزيد أعماقها على متر واحد فقط.

ويتبين من (خريطة رقم ١٠-٢) أنها تنتشر في حزام متقطع على امتداد الجزيرة وضمن حدود منتصفها الطولي، إلا أن هناك تركزا واضحا يتمثل في الجهة الشمالية والشرقية من جبل حوار، وتنتهي إليها مياه الأمطار والمسل المائية، فتمتلئ بها الأحواض وتغطي مواطئها لأسابيع قبل أن تتبخر مخلقة فوق سطوحها التي أضحت منبسطة تقريبا إرسابات تغلب عليها العناصر الكلسية الطينية ذات الأملاح القليلة قياسا بالسبخات، ولإرسابات الطين والغرين ذي الحبيبات الدقيقة أهمية كبيرة، إذ تبطن أرضية الخبرات بطبقات كريمة تمنع تسرب المياه نحو الباطن، وكثيرا ما تتعرض سطوحها لأشعة الشمس والحرارة العالية مما يؤدي إلى تجفيفها، ومن ثم تشقق الآفاق العليا من إرساباتها التي تبدأ في التكسر والتحول إلى فتات ناعم تسهل تدريته بفعل الرياح.

٤- المسل المائية؛

تتميز مسل المناطق الصحراوية بأنها سيلية، يقتصر جريانها في موسم سقوط الأمطار، وهي قصيرة، ينتهي بعضها إلى أحواض داخلية، فيما يتجه بعضها الآخر صوب البحر دون أن يبلغه وخاصة إذا اعترضت مجراه السبخات المنتشرة على طول الساحل، وفي جزيرة حالول تتفاوت قطاعات المسل المائية التي تتركز في الوسط تفاوتا واضحا فيما بينها على طول جوانب خطوط تقسيم المياه، فقطاعات المسل التي تسيل على الجانب الغربي أكثر انحدارا وأقل طولاً وأكثر تصايبا وشبابا من تلك التي تنحدر على الجانب الشرقي والجنوبي من القبة الداخلية، فهي من ناحية تستقبل الرياح الشمالية أو الشمالية الغربية، وتجري من ناحية ثانية وسط أرض تتميز بتضرسها الواضح وخاصة في قطاعاتها العليا، في حين تتميز بالانحدار التدريجي كلما هبطنا سطوح الهضبة حتى نصل إلى منطقة سهلية لا تستطيع المسل المائية معها مواصلة جريانها، فتعمل على تشكيل ما يمكن تسميته بالمراوح الفيضية في هذه المناطق.



وفي جزيرة حوار تنتشر المسل السيلية الباهتة في معظم أجزائها، إلا أن هناك مسيلا واضح المعالم يقع في القسم الشمالي من الجزيرة، ومع ذلك لا يتجاوز طوله (٥, ٠) كم، ويتراوح عمقه ما بين (١ و ٢) م، وقد يصل عرضه إلى حوالي (٥, ٣) م، يتجه هذا المسيل صوب الحور رقم (١) الواقع إلى الغرب من مركز الشرطة، وتوجد إلى الجنوب الغربي منه بقايا منازل وخرائب تدل على أنها كانت مأهولة بصيادي الأسماك إبان فترات الاعتماد الكلي على البحر، وما عدا ذلك فإن الأمطار إذا هطلت فإنها تنساب عبر هذه المسل دون أن يكون لها أهمية تذكر.

٥- التلال والشواهد الصخرية وجبل حوار:

اتضح لنا أن سطوح الجزر القطرية تتفاوت في انحداراتها، واتجاهات هذا الانحدار، فمنها ما يتدرج في انحداره من الوسط باتجاه الأطراف أي نحو السواحل رغم اختلاف درجات الانحدار وتمثل هذه الخصائص في جزر القباب الملحية، ومنها ما يتدرج في انحداره نحو الغرب أو الجنوب وينطبق هذا على جزيرتي حوار وأم خرورة على التوالي، وعلى هذا الأساس يمكن التمييز بين نوعين من التلال والشواهد والجبال وهي:

* التلال القبابية (البنوية). * التلال الهضبية والشواهد القمية.

(أ) التلال القبابية (البنوية):

ترتبط أشكال هذه الظاهرة بالحركات التكتونية والتقنيات الملحية، وتتركز في جزيرتي حالول وشراعوه المثلثان للقباب الملحية، فمن قراءة وتحليل (خريطة رقم ١٠-٥) يتبين أن التلة القبابية التي ترتفع إلى أكثر من (١٠) م تتمركز في وسط الجزيرة، وقد تعرضت للتخفيض فبهتت معالمها وزالت إلى حد كبير فروعها الارتفاع بينها، فبانت على شكل هضبية مستوية من الحماد الحجرية، التحمت مع الهوامش، إضافة إلى ذلك تمتد سلسلة تلالية وخاصة في القسم الجنوبي من جزيرة شراعوه، كانت تشكل جروفا ساحلية نشطة، إلا أن ابتعاد بعضها عن الساحل، وتعرضها لفعل الرياح أفقدها خصائصها كجروف ساحلية فغدت تلالا تعكس أثر التعرية الهوائية المتمثلة في الفجوات والتجاويف الجانبية، إضافة إلى بعض القور الواقعة في الجزء الشرقي من الجزيرة، وهي عبارة عن تلال شاهدة مخروطة

الشكل ما زالت بقية من الصخور الصلبة الواقية تحمي ما تحتها من صخور لينة وتتحدى فعل التعرية الهوائية.

وفي جزيرة حالول راجع (الخريطة رقم ٨-٢) يختلف الوضع تماما عما شاهدناه في جزيرة شراعوه، من حيث الارتفاع وأنماط التوزيع، تتركز في الوسط مع انحراف نحو الغرب التلة القباية الرئيسة التي تبدو حاليا على شكل هضبة شبه مستوية تمتد عرضيا (بين الشرق والغرب) في حدود (٥, ٠) كم، تعلوها قمة يصل ارتفاعها إلى (٥٦) م، وتتميز بانحدارات تبدو أنها غير متكافئة؛ فالجانب الشرقي قبايبي الانحدار، أما الجانب الغرب فمخروطي الانحدار، لذا جمعت خصائص الشكلين فاضحت من التلال القباية المخروطية.

تتناثر حول التلة الرئيسة مجموعة تلال صغيرة مزقتها المسل السيلية إلى تلال انفرادية (منعزلة) يلاحظها المعتلي لقمة القبة المركزية منتصبة وسط منطقة سهلية، تبلغ قيمة التضاريس المحلية بينهما حوالي (٨) م، في حين تتفاوت التلال في ارتفاعاتها، فالتلال الثلاثة الواقعة إلى الشرق متناسقة تقريبا في أشكالها وأبعادها ومساحاتها وارتفاعاتها التي تبلغ (٢٤) م، ولكنها تتفاوت في مدى اقترابها من الساحل أو ابتعادها عنه، فتمثلها التلاتان الواقعتان إلى الشمال وإلى الجنوب من التلة الرئيسة من حيث الارتفاع، وتختلفان من حيث الحجم والامتداد، فالشمالية صغيرة تتركز على محور شمالي - جنوبي، وتشبه المثلث في شكلها، يطل برأسه على الجهة الشمالية وتواجه قاعدته الجنوب.

أما أوجه الاختلاف بالنسبة للتلة الجنوبية فيتمثل في امتدادها العرضي، وكأنها تزامنت مع التلة الرئيسة وسأيرت امتدادها مع الفارق في مدى هذا الامتداد، كما تغلبها قمة تجنح في تركزها ناحية الغرب وترتفع إلى حوالي (٣٢) م، ويؤكد هذا الجنوح على ما ذكرناه سابقا من أن الجانب الغربي للقبة المركزية وسطح الجزيرة عامة ينحدر انحدارا شديدا نحو الغرب ولطيفا صوب الشرق، وهناك تلة أخرى تقع خارج نطاق التلة الرئيسة وإلى الشمال الغربي منها، حيث تقترب من الساحل، وترتفع نحوا من (١٦) م، ويلاحظ أن بعض قطاعات سلسلة الجروف الساحلية أضحت في منأى عن فعل حركة المياه البحرية، وخاصة



في الجنوب الغربي والغرب، مما يحتم علينا ضمها إلى مجموعة التلال البنيوية بعد أن فقدت كل أسباب التعامل مع البحر، وخضعت لفعل التعرية الهوائية التي طبعت بصماتها عليها بشكل واضح.

(ب) السلاسل التلالية والشواهد القممية وجبل حوار؛

سيتم استبعاد جزر الترسيب لعدم احتواء سطوحها على مثل هذه الظواهر، والتركيز على الجزر الصخرية التي تضم من ظاهرة التلال ما يدفعنا إلى إعطائها شيئا من التفصيل:

في جزيرة أم خرورة تتمثل ظاهرة التلال في الجزء الشمالي وفي وسط الغرب، فالتلال الواقعة بمحاذاة الساحل الشمالي الشرقي ترتكز على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتتميز بسطح هضبي منبسط، تعلوها قمتان عند طرفي المحور ترتفعان (١١) م فوق مستوى سطح البحر، ونعتلي منهما باتجاه الوسط تلة شاهدة يبدو أن تكويناتها أكثر صلابة وبالتالي أقدر على مقاومة فعل التعرية الهوائية، فانتصبت في شكلها المخروطي على ارتفاع (١٣) م، أما التلة الواقعة في وسط الغرب فتمتد بين الشمال والجنوب مع انحراف نحو الشرق عند طرفها الشمالي، وهي أصغر حجما وأقل ارتفاعا من التلال الشمالية، حيث يبلغ ارتفاع قمتها المتمركزة في وسط النصف الشمالي (٩) م فوق مستوى سطح البحر.

وفي جزيرة حوار تتباين التلال فيما بينها، إذ تتمثل فيها نماذج من السلاسل التلالية والتلال ذات القمم المستوية، والتلال الشاهدة كالقور والكدوات، وأنموذجا جبليا يطلق عليه جبل حوار، فالسلاسل التلالية: من أهم المظاهر المورفولوجية في جزيرة حوار، وتتمثل أولا: في اللسان الصخري الواقع إلى الشمال من خور مقطع والمتجه نحو الشرق، وتشكل سلسلة متصلة من جدار جرفي يمتد لأكثر من (٣) كم، بمحاذاة الساحل الجنوبي للسان، تفصله عن البحر إرسابات رملية حديثة، تتفاوت في اتساعها بين (١٠٠) م عند نهاية السلسلة من جهة الشرق و (١, ١) كم مع بداية انطلاق السلسلة من جهة الغرب، تتميز هذه السلسلة بتعرجاتها الواضحة، إذ تجنح تارة نحو البحر دون أن تلامس سيفه، وتميل تارة أخرى صوب اليابس دون أن تتوغل فيه، وهي بهذا تتفاوت في ارتفاعاتها، إذ تتفق في بعض حلقاتها

وخطوط الارتفاعات التي تتراوح ما بين (٢ و ٤) م كحد أدنى، وتسائر في حلقات أخرى وخاصة الجانب المواجه ليا بس الجزيرة خط ارتفاع (٦) م كحد أعلى.

وتتمثل ثانيا: في اللسان الصخري الذي يقع إلى الجنوب من خور رقم ٣ في القسم الجنوبي من جزيرة حوار، وهي عبارة عن سلسلة جرفية متعرجة من التلال كمثيلتها السابقة، إلا أننا نلاحظ - إذا عقدنا مقارنة بينهما - كثيرا من أوجه الاختلاف، فالثانية تمتد من منتصف الساحل الجنوبي للخور رقم ٣ باتجاه الجنوب فالجنوب الغربي ثم الجنوب مرة أخرى لمسافة (٥, ٣) كم، وتبتعد في بدايتها عن رأس اللسان الصخري في خط مستقيم نحو الغرب بحوالي (٧, ٠) كم ويفصلها عن خط الساحل في قطاعيها الأوسط والجنوبي شريط من الإرسابات الرملية الحديثة يبلغ اتساعه في حدود (٣, ٠) كم، وتتفق شرفاتها ومؤخراتها مع خطوط ارتفاعات تتراوح ما بين (٤ و ٨) م، تعتليها تلال قممية في الوسط مخروطية الشكل وقد يتميز بعضها بقبايته كما هو الحال في شبه جزيرة أبروق ومنطقتي الخور والذخيرة تبلغ ارتفاعاتها ما بين (١١ و ١٣) م.

أما التلال الهضيبية: (ذات القمم المستوية) فتشاهد إلى الشمال الغربي من خور رقم ١، وحول مدخل خور مقطع وإلى الجنوب الشرقي من جبل حوار، وإلى الشرق من السلسلة التلالية الجنوبية، وهي جميعا مستوية السطح، تبدو وكأنها هضيبات صغيرة (ميزا Mesa)، تعلوها بعض القمم التي تتراوح ما بين (٥ و ٩) م بالنسبة للتلال الشمالية، وما بين (٩ و ١٢) م بالنسبة للتلال الجنوبية، ورغم بروز هذه القمم إلا أنها لا تمثل فارقا تضاريسيا يلغي خصائص الاستواء. كما يتميز بعضها بجوانب جرفية الحواف، أي أن جوانبها تبدو على شكل سفوح مقعرة، تغطي قواعدها ركامات انهالت عليها بفعل عمليات التعرية الهوائية، وبعضها الآخر قباية الجوانب، محدبة السفوح. أما التلال الشاهدة فهي صغيرة الحجم تبدو على شكل قور أو كدوات تلازم السلاسل التلالية، وتمثل في نفس الوقت مخلفات صخرية تدل على أن السلسلة الجرفية مرت بمراحل تطورية عديدة أثناء تراجعها.

يعتبر جبل حوار من الظاهرات الجيومورفولوجية البارزة في جزيرة حوار، وهو مرتفع صخري يتفق وخط عرض (٣٠ ٣٨ ٢٥) شمالا، وخط طول (٣٠ ٤٥ ٥٠)



شرقا، ويرتكز على محور شمالي شمالي شرقي - جنوبي جنوبي غربي بطول يبلغ (٧٥، ٠) كم، ويعرض لا يتجاوز أقصاه (٢٠٠) ، ويمتد سطحه لمسافة (٧٥) م، ولهذا يبدو على شكل هضبة ضيقة، تعلوه قمة تقع في النصف الجنوبي ترتفع إلى حوالي (١٩) م، لذا يبلغ التضرس المحلي ما بين (١١ و ١٣) م، ويلاحظ أن جوانبه غير متكافئة في انحداراتها، فانحداره صوب الغرب لا يتجاوز (٣٠)، في حين قد يصل نحو الشرق إلى أكثر من (٧٥)، وربما يعزى ذلك لأمرين الأول: تقارب خطوط الارتفاعات المتساوية على امتداد هذا الجانب، والثاني: امتداد منطقة حوضية لصيقة لجانبه الشرقي ومحاذية له، تتألف أرضيتها من الطمي والغرين ذي الحبيبات الدقيقة، مما يوحي بأن مسلا سيلية تنساب على هذا الجانب، فتتحت صخوره - من جانب - وتلقي بالرواسب فوق أرضية المنخفض، وتعمل - من جانب آخر - على تقطع الجبهة الشرقية وتضرسها وشدة انحدارها.

٦- الأشكال الرملية:

وهي إحدى أهم الظواهر التضاريسية الصحراوية، ما دامت الرياح تمثل العامل الجيومورفولوجي السائد في المنطقة عامة، لذا يمكن التمييز بين نمطين من الأنماط التوزيعية للأشكال الرملية:

* الترسبات الرملية. * النبكات (الكثبان الرملية الصغيرة).

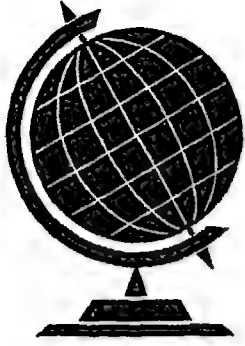
(أ) الترسبات الرملية:

وتندرج تحتها أنماط الأغشية الرملية التي تتميز ببساطة مورفولوجيتها المتمثلة في السطوح المستوية أو ذات التموج القليل، وتندرج ابتداء من الساحل بأغشية رملية تزيد فيها نسبة المواد الكلسية، تحل محلها نحو الداخل العناصر الكوارتزية إلى أن نشرف على الأحواض الزراعية التي تختلط فيها الرمال مع التربة الطينية السلتية الناعمة، ومع هذا التدرج تقل نسبة العناصر العضوية ويتناقص سمك الأغشية الرملية، ويتمثل هذا النمط التوزيعي في معظم إن لم يكن في كل الجزر القطرية، ومثاله النموذجي يشاهد في جزيرة حوارة، ويخيل إلى أن للرياح الشمالية الغربية أو الغربية دورا أساسيا في تحريك ونقل الرمال، ومن ثم إرسابها في الأحواض الصحراوية أو على جوانب المسل وفي قيعانها.

(ب) النبكات: (الكثبان الرملية الصغيرة)

النبكات أو النبك (مفردها نبكة) وهي عبارة عن كومات من الرمال تعمل الرياح على تجميعها في كنف الشجيرات الصحراوية، أي على الجوانب الواقعة في منصرف الرياح منه، وتتخذ شكل مثلث متساوي الساقين يشير رأسه الإسفيني إلى اتجاه منصرف الرياح، وأفضل بيئة للنبكات هي المنخفضات الصحراوية التي تنمو فيها الكثير من الشجيرات، هذه الشجيرات تعمل بدورها على إعاقة حركة الرياح السفلية المحملة بالرمال مما يضطرها إلى إلقاء حمولتها وإرسابها خلف العائق النباتي الذي يعتبر أكثر شيوعا وانتشارا من العوائق الصخرية. والنبكات في الجزر القطرية على نوعين: نوع مستجد قد تزيل الرياح الأجزاء العليا منه، وتبقى على الجزء السفلي (جسم النبك) بسبب ارتباطه برطوبة الأرض الناتجة عن الأمطار أو المياه الصاعدة من التربة، ويتمثل هذا النمط في المواقع الداخلية وخاصة إلى الجنوب من خور مقطع في جزيرة حوار، ونوع آخر ليس له علاقة بالرطوبة، بمعنى أنه لا يتماسك بالرطوبة، وإنما هو كثبان متحركة ضمن حدود المنخفض وتنتشر في القسم الجنوبي من جزيرة حوار والأجزاء الجنوبية الشرقية من جزيرة شراعوه.





اللائحة والنوصيات

أولاً: الخصائص العامة

الباب الأول: شبه جزيرة قطر

لئن دعت موضوعية البحث مرة إلى استقراء وتحري شخصية «الأرض التي عليها دولة قطر»، فإنها تدعو وتلح في أخرى إلى التعرف على انعكاسات هذه الشخصية وآثارها على مصادر الثروة الطبيعية وموارد المياه، وتوزيع السكان ومتوسطاتهم، ومظاهر نشاطهم، ومجالات تطورهم، ويظهر ذلك جلياً من واقع استكشاف وتحديد الضوابط الجغرافية التي بنيت وشيدت عليها هذه الشخصية، وما تحقق من نتائج في مجال صياغة هذه المظاهر، ولعل من أبرز هذه الضوابط:

١- شكل شبه جزيرة قطر. ٢- موقع شبه جزيرة قطر.

٣- مساحة شبه جزيرة قطر.

فقطر كشبه جزيرة تبرز على شكل نتوء صخري من وسط الساحل الشرقي لجزيرة العرب، وتنغمس في مياه الخليج العربي مرتكزة على محور طولى شمالي - جنوبي، لا يتعدى في حده الأقصى (١٨٨) كم، بينما قد تصل المسافة بين الساحلين الشرقي والغربي في خط مستقيم إلى (٨٠) كم، هذا التواء الصخري يتفاوت في طبوغرافيته، إذ نستطيع أن نفرق بحاسة جغرافية في مناسيب السطح بين الأوهد التي تنخفض إلى (٥-) أمتار عن مستوى سطح البحر، وبين الأنجد التي ترتفع إلى أكثر من (١٠٠) متر، ومع هذا فإن المناطق التي تزيد ارتفاعاتها على (٨٠) متراً لا تشكل سوى (١٪) فقط، لذا تعتبر شبه جزيرة قطر من الأراضي ذات السطح المنخفض، وتشير الدراسة إلى أن السطح يأخذ في الارتفاع التدريجي وتزايد درجات الانحدار من الشرق والشمال الشرقي باتجاه الغرب والجنوب الغربي راجع (شكل ١-١٢)، وينسجم هذا النمط مع الارتفاعات والتضاريس الموضعية التي تتراوح بين (١٠، ٩١) متراً، وعليه قسمت قطر إلى خمس وحدات جغرافية طبيعية لكل سماته ومميزاته.



وفي امتدادها القصي شرق اليابس العربي مدعاة لاعتبارها جيولوجيا منطقة من الساحل الإرسابي وجزءا من الرفوف العربي (الرصيف المتحرك)، كل ذلك حدد علاقاتها ووثقها بالبحر القديم أثناء طغيانه وانحساره، فتميزت عن بقية أجزاء الساحل الشرقي لجزيرة العرب بسمات وخصائص، أدت إلى درجة من التباين والتفاوت في سمك الرواسب البحرية وتوزيعها، فبينما يبلغ أقصى سمك لرواسب الإيوسين الأدنى والأوسط كلما تقدمنا نحو الجنوب الغربي لشبه جزيرة قطر ليصل إلى (١١٠) م، فإن سمك هذه الرواسب يقل بالاتجاه غربا في المملكة العربية السعودية، حيث لا يتجاوز (٥٦) مترا، في حين يبلغ سمكها في البحرين حوالي (٦٧) مترا.

وتكاد هذه الإرسابات تغطي في توزيعها الأفقي معظم سطح قطر، تماثلها في ذلك جزيرة البحرين، بينما لا تغطي إلا نسبة ضئيلة من سطح المملكة العربية السعودية قياسا لمساحة كل منها، يستثنى من ذلك بعض الهوامش والمناطق التي كانت تشكل آنذاك مخاضات Shallows غمرها البحر الميوسيني والبلايستوسيني، فخصها بإرسابات أكسبت السطح القطري إثر الحركات التكتونية الأفقية والرأسية واقعا بنيويا موجبا وآخر سالبا، فالموجب من السطح Affirmative الذي تمثله الحدبات Convexities والقباب Domes يحتضن مكانا البترول، ويختزن العذب من المياه الجوفية، والسالب Negative الذي ينحصر في نمط المقعرات Concavities، والمنخفضات Depressions، والخبرات والأحواض، يكشف عن فوائد لا يمكن إغفالها، لكونها تمثل أحواض تجمع مياه الأمطار، ومصدر تغذية للخران الجوفي، ومناطق الزراعة الرئيسة في قطر.

فإن كان هناك بعض التباين في مورفولوجية الأراضي القطرية، فنعزوه إلى التركيب الجيولوجي وخصائص تتابعاته وتوزيعه وعلاقته بالحركات التكتونية وعامل المناخ وحركة مياه البحر، هذه الضوابط طبعت سطح قطر بأشكال تفاوتت بين البحري منها كالجروف والرؤوس والألسنة والتداخلات والسبخات، وبين القاري كالتلال والهضاب والقور والأحواض والرمال بأنماطها والأمسلة المائية التي يشكل بعضها نمطا من التصريف الخارجي، ويتجه بعضها الآخر صوب المنخفضات ليمثل تصريفا مركزيا (داخليا) Internal.

ولا يفوتنا أن نشير إلى ما لامتداد شبه جزيرة قطر داخل مياه الخليج العربي من شأن في الأحوال المناخية، إذ حقق لها هذا الامتداد إمكانية تصيد كل من الرياح الشمالية والشمالية الغربية المصاحبة لمنخفضات المتوسط، وتلك التي تغزو البلاد في مقدمتها، فتجلب لها الأمطار الشتوية، ناهيك عن أثر تيارات الحمل ذات العلاقة بالأمطار الانقلابية (الرعدية)، فهذه الأمطار تعتبر فضلا ما تجود به هذه المنخفضات لأنها تزور قطر غبا، ومع ذلك ينعم بها الشمال دون الجنوب، باقتران فعاليتها بتركز معظم مناطق الزراعة والمراكز العمرانية وخزانات المياه الجوفية العذبة، فحظي الشمال بالتطور، وناله قسط وافر من التعمير ساعده في ذلك مجموعة من العناصر يمكن إجمالها في التالي:

١- مواجهته للمؤثرات البحرية القادمة من الشمال أو الشمال الغربي، وما لها من انعكاسات على تلطيف الجو وخفض درجات الحرارة من ناحية، وعلى كونها تتفاعل مع الجبهات الدافئة فتسبب في سقوط أمطار تبدو مرتفعة في معدلاتها وكمياتها، غزيرة في نوباتها، شاملة في فعاليتها من ناحية ثانية.

٢- اقترن هذا الجانب بما له من الإيجابيات بوفرة المياه الجوفية واقتراب مناسيبها من مستوى سطح الأرض.

٣- تركّز العديد من الروضات والمنخفضات ذات التربة الصالحة للزراعة.

٤- امتداد الساحل وكثرة التداخلات والتعاريج فيه، جعلت منه ملجأ وملاذا طبيعيا لهم، ومركز انطلاق نحو البحر لاستغلال ثرواته الطبيعية.

٥- كان لهذا الامتداد وما يعج به من تجمعات سكانية علاقات إقليمية وطيدة وما تزال مع كل من البحرين والساحل الشرقي لجزيرة العرب.

تحكم التربة في قطر مجموعة عوامل ساهمت في تشكيلها، ومع ذلك لم تزل ترباتها غير ناضجة إلا ما ندر، وهذا النادر من التربات القطرية تمثله الرواسب الطميية والسلتية والرملية، وتعتبر ذات إمكانات جيدة وموردا متاحا، فكشفت بالممارسة عن قدراتها في الإنتاج والعطاء، فغدت قطب الإنتاج الزراعي، ويتحقق ذلك في مناطق الروضات التي تنتشر بكثرة في النصف الشمالي، دعم استغلالها



توافر المياه الجوفية العذبة، وهناك من التربات ما يغلب على قوامها الطابع الرملي أو الملحي، ويحتاج هذا النوع إلى معالجات خاصة ووافر من المياه وأنواع محددة من الزروع، ومنها ما نطلق عليه تربات هيكلية (لا طبقية) وهي حجرية القوام، خشنة النسيج، تفتقر إلى مقطع رأسي كامل النمو، وتشكل (٨٨٪) من مساحة قطر.

يتأثر النبات الطبيعي بعوامل طبيعية وأخرى بشرية، وقد يتبادر إلى الأذهان أن قطر تخلو من النبات الطبيعي، بحكم أنها مدارية الموقع صحراوية المناخ وما يترتب عليه، بيد أن بها وفق الدراسات الحديثة ما يربو على (٣٠٠) نوع، تندرج تحت عدد من الأجناس النباتية يزيد على (٢٠٠)، وجميعها يتنظم في (٥٦) فصيلة، ولهذا تباينت الأنواع، واختلفت الأجناس، وتفاوتت العائلات، فكان تصنيفها متوافقا مع توزيعها المكاني لارتباطها بخصائص هذا المكان أو ذاك، باستثناء مجموعتين صنفتا على أساس سيادة النوع، فخرجنا بست مجموعات نباتية.

والنبات في قطر يشغل الساحل بسبخاته ورماله، تميزه مواصفات معينة في تحمل الملوحة أو تزايد نسبة كربونات الكالسيوم، وأخرى تفضل نطاق الكشبان الرملية وخاصة القرنين، وأنواع وجدت مندوحتها في الروضات فتوطنت فيها إثر توافر شروط نموها، وعموما يتميز الكساء النباتي بأشجار وأعشاب وشجيرات حولية أو دائمة ذات أهمية اقتصادية، فهي غذاء للحيوانات الهائمة في صحراء قطر من إبل وأغنام وماعز، ومنها ما يأكل الأهالي أوراقه خضراء أو عندما يجف أو يطبخونه، وقد يستخدمونه في حشو الوسائد أو حطبا للوقود، أو في تنظيف الأوعية، وفي علاج بعض الأمراض كالغص والإمساك والحمى.

وكان لندرة المياه الجوفية والسطحية أن أصبحت المياه الجوفية المصدر الأساسي لأشكال الحياة وأنواعها في قطر، وهي كعنصر بيئي طبيعي، لها علاقاتها العضوية بالتركيبة الجيولوجية وخصائص تنابعاتها وليشولوجيتها، وطبوغرافية الأرض، وبالظروف المناخية للمكان، وإن كنا قد عاجلنا المياه الجوفية في الإطار الأكاديمي للأرض التي عليها دولة قطر، فإن مشكلاتها من صميم التطبيق الجغرافي للنتائج الطبيعية، إذ توافر المياه الجوفية العذبة ويمكن استغلالها في تكوينات الإيوسين الأدنى والأوسط، حيث تتجمع عدساتها ضمن الحجر الجيري والدولومايت

(تكوين الرس) الذي تظهر مطالعه في الجزء الشمالي الغربي من الدوحة، ويمتد من خط عرض الخور في الشمال حتى أم صلال في الجنوب، وقد قدرت الكميات المخزونة في الحوض الشمالي في عام ١٩٧١ بحوالي (٢٥٤٠) مليون م^٣، وبيّنت الدراسة بعد استنزاف لها دام (٢١) عاما مع الوضع في الاعتبار حجم التغذية أن صافي المخزون حتى الفترة (٩١/٩٢) بلغ (١٦٠٨,٣٩) مليون م^٣، وهذا يعني أن الكمية المتاحة ستنضب بعد (٣٦) عاما إذا استمر معدل العجز السنوي البالغ (٤٤,٣٦) مليون م^٣، والله أعلم.

وحيال ذلك نرى انطلاقا من قوله تعالى: ﴿أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ ﴿٦٨﴾ أَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنْزِلُونَ ﴿٦٩﴾ لَوْ نَشَاءُ جَعَلْنَاهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴿٧٠﴾﴾ [الواقعة]، وقوله: ﴿هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾﴾ [النحل]، أن نعرض بعض المقترحات والتوصيات في الكيفية التي - إذا ما اتبعناها - يمكننا الحفاظ على البقية من المياه الجوفية بزيادة حجمها، أو التقليل من أخطار تعرضها للملوحة والتلوث:

- ١- العمل على حصر عدد الآبار العاملة في كل مزرعة.
- ٢- استصدار قانون يمنع بموجبه حفر الآبار إلا بترخيص مسبق من الجهات المسؤولة وحسب الحاجة.
- ٣- تركيب عدادات للمياه على كل بئر، وتحديد كميات المياه المستخرجة بقدر يتناسب مع نوعية المحاصيل وحاجتها.
- ٤- اتباع أساليب الري الحديثة والتأكيد عليها والالتزام بها، وأخص منها «التنقيط أو الرش».
- ٥- أن يتحمل الإعلام الزراعي تبعة التوعية وإرشاد المزارعين وذوي الشأن إلى ضرورة اتباع التعليمات والترشيد في استخدام المياه للحفاظ عليها من التدهور والتلوث، وحماية التربة من التملح.
- ٦- إغلاق الآبار التي تملحت مياهها أو أوشكت على ذلك لمدد قد تتراوح بين (٧-١٠) سنوات، اعتمادا على المعايير التي أوردناها عند دراسة احتمالات سقوط الأمطار وهي مدة كافية لتعوض الآبار ما فقدته، وتجدد ما استنزفته.

٧- تعميم آبار التغذية لتشمل تجمعات المياه ومناطق الزراعة، فنكون قد اصطدنا لآقول عصفورين وإنما رفا من العصفير بحجر واحد، حافظنا على المياه من الضياع عن طريق التبخر أو من التلوث، حماية المزارع من أن تتأثر بمياه السيول، زيادة حجم المخزون من المياه العذبة، الحد من تفاقم حدة ملوحة المياه في الآبار، ارتفاع منسوب المياه الجوفية يمنع تسرب مياه البحر المالحة صوب اليابسة ويدراً عنها أخطار التدهور والتلوث.

٨- ولكي نحمي مياه آبارنا من غيض المخلفات والعوادم والنفايات بعد ترميدها أو دفنها بطريقة صحية Sanitary Landfill نتبع الخطوات التالية، الأولى إحتراسية مبنية على علم مسبق بمطرح المخلفات والنفايات وبالآبار التي قد تتأثر به، فيتم حفر آبار مراقبة على طول الخط الفاصل بينهما، والثانية إجراء الفحوص الكيميائية المخبرية، وتحديد اتجاه ومقدار انحدار سطح المياه الجوفية، وبناء عليه يمكن منع أو وقف حركة غيض المخلفات تجاه البئر، بإحلال آبار تغذية أو إنشاء تجمعات للمياه العذبة بمخروط عكسي.

الباب الثاني: الجزر القطرية

تتخذ الجزر القطرية الاتجاه الشمالي - الجنوبي وخاصة تلك الملاصقة للساحل القطري كأرخبيل جزر حوار، وهي متفقة مع القوس القطري وتشغل مساحة تبلغ (٨٧,٨٦١) كم^٢، تنتشر فوق رقعة من مياه قطر الإقليمية قدرت مساحتها السطحية بحوالي (١٠٤٣٤) كم^٢، وتتميز مياه قطر الإقليمية بخصائص تتمثل في تزايد الأعماق بعيداً عن خط الساحل فقد تصل إلى (-٤٥) م شمال غرب جزيرة حالول، وقد تتراوح ما بين (-١، -٥) م حول أرخبيل جزر حوار، تخالف الأعماق في هذا التدرج ملوحة المياه السطحية، وتناسب معها عكسياً، إذ تقل الملوحة في المناطق العميقة (حول جزيرتي حالول وشراعوه) فتبلغ (٢٤) جزء/المليون، وقد تصل إلى (٣٢) جزء/ المليون في خليج سلوى متأثرة بمحدودية المساحة، وارتفاع درجة حرارة مياهه السطحية وبالتالي يتعرض لعمليات بخر شديدة بخلاف الخليج العربي.



ولحركة المياه في الخليج آثارها على الساحل القطري وبعض نشاطات السكان، إذ تعمل من جانب على تشكيل خط الساحل بظواهرات جيومورفولوجية متعددة ومتنوعة نمطا وشكلا، وتساعد في مزاولة أعداد كبيرة من السكان هواية ولا أقول حرفة الصيد البحري بطريقة الحظائر أو المساكر، وتساعد في أخرى على تلطيف الجو أو زيادة درجات الحرارة والرطوبة، ولعل الرفرف القاري القطري الذي يتميز برقة المياه فيه يعتبر جزءا من اليابس وقت الجزر، ومن الماء وقت المد، ويضم معظم الجزر القطرية، وتنتشر فوق أرضيته الفشوت والشطوط الرملية والشعاب المرجانية، وفي المنطقة الساحلية جنوب دخان تسود إرسابات طينية، وقد تبين أن انحدارات الرفرف القاري على طول القطاع بين مصب الزيت وفشت العريف تتناسب طرديا مع الاقتراب من خط الساحل وعكسيا مع الابتعاد عنه، ولا تزيد على (١,٢) درجة، يختلف خط الساحل وأعماق (-١٠) م، حيث بلغت (٣,٤) درجة، ومع ذلك تعتبر أكثرها اتساعا وتعرضا لظاهرة الإرساب بمعيار خطوط الأعماق.

يلعب الرفرف القاري بخصائصه الطبيعية وظواهراته المورفولوجية دورا هاما في الكشف أولا عن انتماء أرضه بما عليها، وانسجامه وإياها والخصائص الطبوغرافية التي تطبع الجانب المقابل له على اليابس القطري، وأنها تحدد ثانيا اتجاهات وحركة المياه البحرية، وتحمي بعض الموانئ من عمليات الإرساب وآثار الرياح، وأن مياهه ثالثا تتميز بثروة سمكية هائلة، وفي قطاعاته التي تضم هيارات اللؤلؤ ومغاصاته، وفي خزانات بتروله وغازه الطبيعي وخام كبريته اللاتي تحتويها إرساباته.

والجزر القطرية تنقسم - وفق موقعها من شبه جزيرة قطر - إلى ثلاث مجموعات تتفاوت في أبعادها وأشكالها وخصائصها الطبوغرافية ومقارنة رقمية بين مجموعات الجزر تبرر لنا بعض سماتها:

١- جزر الساحل الغربي تغطي بالنصيب الأكبر من المساحة (٩٢,٦٪) من مجموعة مساحة الجزر، (٠,٧٪) من مساحة شبه جزيرة قطر.

٢- تقدر نسبة أطوال سواحل جزر الساحل الغربي بحوالي (٧٢,٧٪) من مجموع أطوال سواحل الجزر، (١٤,٩٪) من أطوال السواحل القطرية، وبهذا تبلغ أكثر من (٢,٧) ضعفا قدر سواحل الجزر الشرقية والشمالية.



٣- مساحة جزر الساحل الشرقي والشمالي تتراوح بين (٠,٨ ، ١,٥) كم٢، أما مساحة أكبر جزر الساحل الغربي فتبلغ (٦٠,٨) كم٢.

٤- تشكل جزر الساحل الغربي النهاية الغربية لليابس القطري ممثلا في قبتها الرئيسية وحدبة دخان، بينما تتأرجح جزر الساحل الشرقي بين الطابع الإرسابي (العالية والسافلية)، تماثلها جزر الساحل الشمالي، والتقبيات الملحية (حالول وشراعوه)، والأذرع الصخرية لليابس القطري ممثلة في جزيرات الأسحاط والبشيرة.

٥- تتجمع جزر الساحل الغرب يحول جزيرة حوار الأم في قطع نصف دائري، يحتضنها جميعا الساحل الغربي لقطر ممثلا في شبه جزيرة أبروق، وتقع ضمن مساحة لا تزيد رقعتها على (١٢٤) كم٢، فيما تنتثر جزر الساحل الشرقي فوق مساحة سطحية قدرت بأكثر من (١٠) آلاف كم٢.

تميز السطح في جزر الساحل الشرقي ارتفاعات قد تصل إلى (٥٦) م في حالول، ولا تزيد على (١٢) م في شراعوه، (٣) م في جزيرتي العالية والسافلية، وينفرد بوحدات جغرافية طبيعية ممثلة بسهولها الساحلية والهامشية الداخلية التي تعج بتلال قباية مستعرضة وأخريات منعزلة، أما طبوغرافية جزر الساحل الغربي، فتميزها سهول ساحلية ضيقة لا يزيد اتساعها على (٦,٢) كم بحكم امتدادها الطولي، وتندرج الارتفاعات فيها من (٢) م على الساحل حتى أعلى نقطة في جبل حوار (١٩) م.

يبدو أن معظم الصخور التي تشكل ظاهر الجزر القطرية تنتمي جيولوجيا إلى الأنواع الرسوبية شأنها في ذلك شأن شبه جزيرة قطر، ولا ترجع إلى أبعد من الزمن الثالث، وقوامها الحجر الجيري والدولومايت وإرسابات طينية وسلتية، وتجمعات رملية هوائية، أما جزر القباب الملحية (حالول وشراعوه) فتظهر فيها صخور اندفاعية متداخلة على شكل اندساسات رايوليتية وأندسيتية، وتنتمي للزمن الجيولوجي الأول، ولا تخلوان من الإرسابات الحديثة.

وقد تأثرت هذه الإرسابات بالحركات التكتونية، فبرزت جزرا اتخذت وضعاً بنائياً يتفق والقوس القطري (جزر حوار)، أو تمثل ذراعا لليابس هبط ما بينهما

(جزيرات الأسحاط)، أو أنها عبارة عن نتوءات صخرية مرجانية تجمعت فوقها ومن حولها إرسابات رملية وكلسية ساعدها في ذلك رقة المياه وضحولتها، وطمست معالم النتوءات فغدت وكأنها جزر أو حواجز إرسائية.

وعلى ضوء نشأة الجزر وتطورها قمنا بحال دراستنا لجيومورفولوجيتها بتصنيفها إلى مجموعات ثلاث (الصخرية والملحية والترسيبية)، ولهذه الجزر خصائصها المورفولوجية، ومع ذلك اقتضت دراستنا على أرخبيل جزر حوار؛ لأن جزره معنية بها من جانب، ولأنها تكفل بظواهراتها وأشكالها ما تبرر به الاهتمام بها وإفراد دراسة لها، والإسهاب في التعريف بها من جانب آخر (وأخص منه جزيرة حوار)، إذ تشكلت على سطحها أنواع متباينة، سمح تعددها بتصنيفها إلى ستة أشكال.

فالساحلي منها تمثله تداخلات مائية كالخلجان والدوحات والأخوار ذوات الأصول البنيوية، تسودها إرسابات تشكلت إثرها شطوط والسنة وشواطئ رملية وتميزها بحيرات شاطئية بقنواتها التي تتخذ نمطا شجرياً ودلتاواتها التي تشكلت نتيجة التقاء المياه المتعاكسة في حركتها الأفقية، وهناك أشكال النحت البحري، وهي أقلها انتشاراً، وتمثلها جروف ساحلية نشطة تبدو على شكل ضلوع طبيعية تزيد ارتفاعاتها في حالول على (٢٥) م، وجروف بحرية خاملة تركت سهلاً ساحلياً يتسع لأكثر من (٥٠٠) م.

والسباخ التي تختلف في توزيعها وتباين في خصائصها على نوعين: الساحلية منها والداخلية، فالساحلية تغطي (٢, ٢٢) كم، وتخلو منها جزر الترسيب، ولحدائث تكوينها تنسجم مع قطاعات السواحل السهلية المنخفضة، ولا تزيد ارتفاعاتها على (٤) م، أما الداخلية (القارية) فتشغل (٢, ٦٧٤) كم، وتنفرد بها جزر حوار وسواد الجنوبية ورياط الشرقية وشراعوه، وهي إحدى معالم تطور الجزر القطرية.

ويتبين أن الأحواض المغلقة والخبرات قليلة الأهمية، فقد كان الباعث على تشكيلها كحفر تدرية Wind Blowouts في مناطق الصخور الرملية أو الحصوية فعل الرياح وعامل التكوين الصخري، وتبلغ أبعادها (٧٥٠) م، وتغطي مياه الأمطار



مواطنيها لأسابيع، فإذا تبخرت تخلفت عناصر كلسية طينية قليلة الأملاح، تبطن الأرضية فتمنع التسرب، وفي حالة تعرضها لأشعة الشمس تجف وتشقق ومن ثم تنكسر فتصبح فتاتاً تذروها الرياح، والأودية الجافة باهتة في معالمها، سيلية إذا جادت عليها السماء بمطارها، قصيرة ومؤقتة في جريانها، تميزها انحدارات بطيئة على طول قطاعاتها الطولية وانحدارات تدريجية ضمن قطاعاتها العرضية.

وهناك من التلال والشواهد الصخرية نوعان، تلال قباية (بنوية)، وتلال هُضَيَّة وشواهد قممية، فمن الأولى ما تعرض للتخفيض فزالت ارتفاعاته وبهتت معالمه (جزيرة شرعوه)، ومنها ما احتفظ بقبايته التي تعلوها قمم تبلغ (٥٦) م، وبانحداراته المخروطية والقباية (حالول)، ومن الثانية ما تميزه سلاسل تلالية وتلال هضبية مستوية وقممية، تتراوح ارتفاعاتها بين (٩-١٢) م، وقد تبدو جرفية الحواف أو مقعرة الجوانب، تغطي حضيضها ركامات السفوح وحطامه، تلازمها تلال شاهدة على شكل قور وكدوات، يخيل إلى أنها تمثل إحدى مراحل تقطع السلسلة التلالية أثناء تراجعها، ومن أبرز الظواهرات جبل حوار، يمتد لأكثر من (٧٥٠) م، ويعرض (٢٠٠) م، تعلو سطحه الهضبي قمة ترتفع (١٩) م، وينحدر غربا (٣٠) درجة، وشرقا أكثر من (٧٥) درجة، مما يوحي بوجود أودية نحتت الجانب الشرقي فقطعته.

وما الأشكال الرملية إلا إحدى الظواهرات الصحراوية الريحية، ويميزها نمطان توزيعيان، فالترسبات الرملية بحرية النشأة، ريحية التوزيع، والساحلية منها ترتفع فيها نسبة الكلس، والداخلية بها عناصر من الكوارتز، ويرتبط هذا التدرج طرديا مع المواد العضوية، وتناقص سمك الترسبات والأغشية الرملية، أما النبك فقد وجدت من المنخفضات ذات الأشجار بيثة صالحة لتراكمها في منصرف الرياح، وهي على نوعين: نوع متجدد يرتبط برطوبة الأرض، إذ تزيل الرياح الأجزاء العليا، ويبقى جسم النبكة، وآخر ليس له علاقة برطوبة الأرض، وإنما تمثلها كتبان صغيرة تتحرك داخل إطار المنخفض.

ثانياً: الجوانب التطبيقية للدراسة

تعتمد الدراسة التطبيقية ست ركائز أقيمت عليها هذه الجوانب وهي:

١- العوامل الجغرافية الطبيعية وأثرها على توزيع السكان:

يبدو أن المناخ بعناصره المتباينة أحد العوامل الأساسية التي خلقت سمات البيئة القطرية الجافة، فهو الذي يتحكم في الكيفية التي تمتاز فيها خصائص السطح والأشكال الجيومورفولوجية والتربة والنبات الطبيعي، وتعدد فيها أساليب الحياة وتفاوت نوعا ودرجة عن مثيلاتها من البيئات الرطبة.

ودرجات الحرارة لا تقل صيفا عن (٤٠)م، وشتاء عن (٢٠) م هذه القيم تبدي فروقات حرارية فصلية تصل إلى (٢٠)م، بل نلاحظ تفاوتاً مكانياً بين الشمال والجنوب وبين الساحل والداخل، وقد أثر هذا التفاوت إلى حد ما على توزيع السكان ونشاطهم الاقتصادي وحياتهم العادية، إذ يميلون إلى السكنى ولو لفترة بعيداً عن الساحل بحكم أن المناطق الداخلية تتمتع بالهواء الجاف وقلة الرطوبة في الجو صيفاً، كما أنهم يجنحون للإقامة في المناطق الشمالية، وتجنب الجنوب الصحراوي، فالشمال القطري يستقبل المؤثرات الباردة، سواء عن طريق محصلة الرياح الشمالية الغربية أو الشمالية أو بواسطة التيارات البحرية، فيما يتعرض الجنوب للمؤثرات الصحراوية الحارة والجافة، وللمؤثرات الرطبة القادمة من المحيط الهندي وبحر العرب.

فإذا كان لعنصر الحرارة دور في توزيع السكان، فإن للأمطار وهي صانعة الحياة في المناطق الصحراوية أثراً على انتشارهم، ورغم صفتها العشوائية ونوباتها المتباعدة، فإنها ترسم صورة الحياة النباتية وتحمل الأرض الجرد إلى بساط أخضر يهرع الرعاة نحوها لرعي حيواناتهم، ولما كان الشمال القطري أوفر حظاً في أمطاره، فمن الطبيعي أن يتجه السكان صوبه، بيد أن ذلك لا يستمر طويلاً، فإذا ما انتهى فصل المطر، وأتت حيواناتهم على مظهرهم إن لم يكن كل الأعشاب والحشائش رجعوا أدراجهم أو يمموا وجهتهم شطر الساحل لممارسة حرفة الصيد التي تعتبر مورداً طبيعياً، ومصدر رزق لهم.



وقد فطن قاطنوا الصحراء القطرية بعد أن عانوا كثيرا من قسوة بيئتهم إلى البحث عن مورد مائي ثابت يمدّهم بأسباب الاستقرار بعد طول تنقل، ويكون استجابة وتلبية لندرة المياه الجوفية التي قلما تسقط على أرضهم بعد طول احتباس، فحفروا آبارا سطحية مكنتهم من إقامة مجتمعهم الذي يتخذ شكل تجمعات متناثرة نطلق عليها «مجتمعات الآبار» هذه الظاهرة البشرية نعاينها في الشمال القطري الذي يتميز إضافة إلى خصائصه الطبيعية، بغزارة أمطاره نسبيا رغم قلتها، ووفرة الآبار التي تنبجس مياهًا عذبة.

فالمستفحص لخريطة السكان يلاحظ أن التوزيع غير متكافئ، فإذا أضفنا لما سبق اعتبارات أخرى نتأكد جليا مدى التباين وعدم التناسق في نمط التوزيع، ليس فقط بين مناطق قطر الشمالية والجنوبية، وإنما بين أجزاء النصف الواحد، وهذه الاعتبار هي:

١- اختلاف المياه الجوفية نوعا بقدر ما تختلف كما، فمياه الشمال عذبة ونسبة أملاحها قليلة، ومنسوبها مرتفع، ومخزونها كبير، بعكس الجنوب.

٢- سيادة ظاهرة الكثبان الرملية في الجنوب حالت دون جنوح السكان نحو الاستقرار والتركز في تلك المناطق، فهذه الظاهرة ومثيلاتها أفقدت الجنوب مميزات الشمال البشرية، فالقلة السكانية في الجنوب تواجه إضافة إلى ما سبق تحديات طبيعية في تحرك الرمال وزحفها، وهي مشكلة يجب أن توجه لها عناية فائقة؛ لأن آثارها مدمرة وتعيق مشروعات التنمية وخاصة أن الحاجة إلى استغلال الجنوب القطري ماسة، سواء في الزراعة أو غيرها من النشاط.

٣- انتشار التربة الصالحة للزراعة في مناطق الروضات، لما كانت العلاقة بين المياه الجوفية والتوزع السكاني وطيدة، فإن مناطق الروضات تحدد بدقة توزع المياه الجوفية بقدر ما تتحكم في نطاقات التربة الزراعية، ولهذه العلاقة أثر في توزع السكان ونشاطهم، إذ تعتبر الروضات في قطر خاصة، والمناطق الصحراوية عامة ذات أهمية كبيرة؛ لأنها تجمع بين وفرة المياه الجوفية وقرب مناسيبها من السطح، وبين التربة التي تشكل مصدرا طبيعيا للإنتاج، وموردا أساسيا للتنمية الزراعية، فالشمال القطري الذي تنطبق عليه هذه المواصفات يتميز عن الجنوب القطري الذي تسوده تربة صخرية ورملية غير صالحة للزراعة.

فمن المؤكد والحالة هذه أن يتركز السكان في الشمال، بينما يتخلخل هذا التوزع ويفقد خصائصه الاستيطانية في الجنوب القطري، ولهذا الجانب رغم ما يبدية من انعكاسات إيجابية، آثار سلبية، فالاستغلال المتواصل لمعطيات الشمال الطبيعية من مياه جوفية وتربة - على اعتبار أنها ثروة محدودة وموردا متواضعا - يؤدي في النهاية إلى انخفاض منسوب المياه الجوفية، وزيادة مطردة في نسب أملاحها، مما ينعكس وبالا على خصائص التربة، فتتحول مع طول استعمال إلى مستنقعات ملحية رديئة الصرف والتهوية، وبناء عليه تقتضي الحكمة: الاستخدام المسؤول للمياه الجوفية والحرص الشديدين، والاهتمام بعمليات الصرف المنتظمة للمحافظة على التربة، والتوجه نحو الجنوب القطري لاستغلال مياهه الجوفية وترباته كلما أمكن ذلك، كي يساهم مع الشمال في تنمية الثروة الزراعية، ويخفف من الضغط السكاني، ويضيف موردا آخر للمياه الجوفية التي ربما تشكل عبئا ثقيلا على الدولة في المستقبل القريب.

إذا كانت العوامل الجغرافية الطبيعية السابقة قد ضببطت توزع السكان، وفرضت عليهم أنماطا معينة، فإن البترول كمورد طبيعي ساهم بقدر في هذا التوزع، إلا أن مساهمته لم تتوازن مع حجم إمكانياته، ونعني بذلك أن مناطق استخراجها المتمثلة في منطقة دخان على الساحل الغربي، لم تستحوذ إلا على نسبة ضئيلة من السكان، ويقودنا هذا إلى القول: إن عمليات التنقيب عنه واستخراجها لا تحتاج إلا لفئة محدودة من العمال والموظفين، وهذه الفئة لا تكون أعدادها بالضرورة ضخمة كما يمكن أن نتوقع، فاستخدام الآلة في العمليات حال دون ذلك، فجاء توزع السكان متخلخلا. ومثيلاتها ميناء مسعيد وجزيرة حالول ومنطقة رأس لفان، وكل يمثل قطبا اقتصاديا، ولكنه يفتقر إلى التجمعات السكانية مقارنة بمناطق الروضات وحقول المياه الجوفية، فالتجمع السكاني فيها لا يعدو كونه تجمعاً وظيفياً يمارس سكانه حرفة استخراجية لا يتطلب إلا عددا محدودا، أما الروضات فهي مناطق إنتاج تمارس فيها حرف الزراعة والرعي وتربية الحيوانات، ولهذا كان تحديد الشكل العام للتوزع السكاني نتيجة طبيعية لما تمخض عنه التفاعل بين العوامل الجغرافية الطبيعية ومتطلبات الإنسان وتجمعاته البشرية.



٢- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزيع المناطق الصالحة للزراعة؛

ترتبط المناطق الصالحة للزراعة في قطر بنوع التربة وخصائصها، وهي بدورها نتاج التفاعل بين مختلف عناصر المركب البيئي، فمن خلال دراسة التربة القطرية تبين أنها تنتمي في معظمها للتربة السطحية غير الكاملة التكوين، ومع ذلك ساهمت الظروف الجغرافية الطبيعية كالحرارة والأمطار والتركيب الصخري والغطاء النباتي في نمو بعض آفاق التربة وحددت خواصها.

فَتَحَّتْ ظروف التباينات الحرارية اليومية والشهرية والفصلية، تتأثر الصخور السطحية تمردا وانكماشاً، مما يخلق ظروفًا ملائمة لقيام عوامل النحت والتعرية بدورها في تفتيت الصخور ونقلها إلى حيث يتم إرسابها في مناطق مناسبة لذلك، بينما تساهم الأمطار والمسائل المائية الناتجة عنها في إذابة مكونات الصخور وتغيير خصائصها، ونقل المفتتات من التلال والحزوم إلى مواطئ تصريفها، أما دور الغطاء النباتي في تزويد التربة بالمواد العضوية وخاصة مادة الدبال فيعتبر ثانوياً وغير فاعل.

ففي ظل هذه الظروف لا يمكن أن نجد التربة الحقيقية إلا ما ندر، وهذا النادر ينحصر في رقع من البساط الأخضر (الروضات) يبلغ غاية تركزه وانتشاره في الشمال القطري لما يتمتع به من محاسن الصحراء دون مساوئها، فهو يجمع إلى أجود التربة الصالحة للزراعة والمسل المائية، مناخاً جافاً وأمطاراً غزيرة ومورداً جوفياً كافياً إذا اتبعت الوسائل والتقنيات العلمية الحديثة، وروعت الظروف البيئية المحلية، فيما يسود الجنوب سطح حصوي (الحمد الحجرية) وترسبات على شكل فرشاة وخبوط وكثبان رملية، وقلة من المياه الجوفية غير المحددة، وبهذا نخلص إلى القول: إن الشمال القطري يشكل بؤرة التركيز السكاني والإنتاج الزراعي، بينما فقدت الأرض في الجنوب القطري العديد من خصائصها كعنصر مساعد في عملية الإنماء لمواجهة الزيادة السكانية ومتطلبات العصر الحديثة.

٣- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمناطق الرعي؛

إذا كانت الظروف البيئية الطبيعية في قطر قد حددت مناطق التربة الصالحة للزراعة، فإنها أقدر على تحديد نطاقات الرعي، فالمراعي قديماً كانت هي الطابع المميز لصور الحياة في شبه الجزيرة؛ لأن حاجة الإنسان القطري إلى المنتجات

النباتية والحيوانية كانت الدافع إلى اشتغاله بالرعي كمهنة ووسيلة للحياة، والحديث عن مناطق الرعي في قطر - حالياً - فيه الكثير من المبالغة والإطناب، وذلك إزاء ظروف البيئة الصحراوية الجافة من ناحية، والتحول الاجتماعي الذي طرأ على حياة السكان في قطر من ناحية ثانية، وتوافر أسباب الحياة العصرية لجيل ترك إرث الماضي، وآخر لم يدركه من ناحية ثالثة، ورغم ذلك سنحاول إبراز أثر العوامل الجغرافية الطبيعية على توزيع مناطق الرعي في شبه الجزيرة.

فالأمطار بصفتها عنصر مناخي هام، تتميز بندرتها واقتصار سقوطها في أشهر معدودات، وعلى مساحات محدودة، وفي رخات شديدة وفجائية، فتمتلئ بها الأودية الصحراوية فتتساب سيولا تجرف المفتحات الصخرية وتلقي بها في الأحواض الداخلية، والعبرة حيال ذلك ليست في كمية الأمطار، وإنما في توزيعها على مدار السنة، لما لها من دور حيوي في حياة النبات، إلا أن هذه الميزة لا تتوافر، فينجس الماء عن النباتات الطبيعية مدة قد تستمر لسنوات، مما يتعذر معه تجدد غوها أو استمرارها، ومن هنا اتصف بعضها بالتكيف مع ظروف الجفاف ومقاومته، فلا يعدو توزيع المراعي زمنيا فترة قصيرة تلي سقوط الأمطار، ويرتبط توزيعها المكاني والأفقي ارتباطا وثيقا بخصائص التربة، وبالتالي فإن انتشارها نلاحظه في روضات الشمال ومسارب الأودية السيلية، فخضعت الثروة الحيوانية تلقائيا لبواعث بيئية Ecological، فرضتها عوامل حياتية Biological ذات صلة بخصائص الغطاء النباتي، فالإنسان القطري كان يرتاد بحيواناته - التي أضحت في الوقت الحاضر ذكرى - مراعي متجددة أثناء مواسم الوفرة التي يجلبها المطر شتويا كان أو ربيعيا لبر قطر، ليعود بحلول فصل الجفاف إلى الاستقرار على أطراف الصحراء القطرية، يمارس حرفة الصيد البحري؛ لأن فقر البيئة القطرية لا يكفل لحيوانات الرعي أن تتزايد، أو حتى للبنيان الاجتماعي أن يستمر، بمعنى أن الاقتصاد القائم على المراعي الطبيعية لم يعد له وجود في الوقت الحاضر، وبالتالي أهملت تربية الحيوانات نتيجة التحول من حياة التنقل إلى حياة الاستقرار إثر جني ثمار البترول، وتفضيلهم العمل في شركات استخراجها بأجور مغرية، واقتصرت الثروة الحيوانية في تربيتها على بعض المزارع الأهلية، أو الحكومية وخاصة في منطقة أبو سمرة.

٤- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بمكان البترول:

إذا كانت الثروة المعدنية مصدر القوة والتصنيع والتحول الاجتماعي في مناطق إنتاجها، فإن البترول وهو أحد عناصر هذه الثروة، عماد الحياة الاقتصادية في قطر خاصة، ومنطقة الخليج العربي عامة، حيث ما زال يغطي من إيرادات الدولة أكثر من (٨٠٪) من جملة الدخل العام، فتطور قطر وحظها من التنمية يقاسان بمدى استفادتها واستغلالها لهذه الثروة، فترة الرخاء النفطي، لمواجهة المستقبل وتوسيع القاعدة الإنتاجية، وتقليل الاعتماد على مصدر وحيد غير متجدد، لبناء اقتصاد متوازن يستطيع الصمود في وجه التقلبات الاقتصادية الدولية، والتنمية الصناعية هي الطريق الأمثل، والعامل الحقيقي الأكثر تأثيراً في البيئة وتطورها، ويحسم كثيراً من المشكلات الاجتماعية ويتغلب بسهولة عليها، فمن الطبيعي ما دام الإنسان القطري يستطيع سلوكه أن يوجد ويطور موقعه للأفضل، أن يكون قادراً على التعرف على بيئته؛ لأن التعرف على البيئة يعني التعرف على الذات، فحياة الإنسان مرتبطة ببيئته، وبحسن معرفته لمصادر ثروتها، وبالعوامل التي تؤثر على هذه المصادر، وما دام البترول هو المصدر الطبيعي الوحيد في قطر، فلا بد أن نضع أيدينا على العلاقة التي تربطه بالعوامل الجغرافية الطبيعية وأثرها على توزع أحواضه.

يتكون البترول والغاز الطبيعي من مجموعة مركبات كيميائية أهمها: الكربون والهيدروجين وكميات من الأكسجين والنيتروجين والكبريت، إذ تؤثر المركبات الأخيرة في خاصية البترول وقيمه الاقتصادية، وينشأ البترول في البيئة إثر تحلل بقايا الكائنات البحرية الحية والطحالب بعد ترسبها في أحواض ترسيب قديمة كالرمل والطين، ثم تتحول الكائنات تحت ضغط الصخور والحرارة والنشاط الإشعاعي إلى تكوينات بترولية وغازية، فكان البترول والحالة هذه نتاج التفاعل بين عناصر هذه العوامل مجتمعة، وحال تكونه داخل الصخور الطينية يتسرب متأثراً بعامل الكثافة إلى تكوينات صخرية تحتوي على الكثير من المساحات والفراغات، وتكون أكثر ملاءمة لتجمعه في مصائد تصلح طبيعتها لاختزانه، مع وجود طبقات صخرية تعمل كغطاء لمنع انتقال البترول إلى الطبقات الأعلى.

ومن أنسب هذه المصائد: الطيات المحدبة، والقباب النانجة عن الالتواءات والتصدعات المختلفة، وتتوافر مثل هذه التراكيب على طول الساحل الشرقي لجزيرة العرب، حيث كانت الظروف الترسيبية ملائمة لتكوين البترول في الأطراف الشرقية لمنطقة الرفرف العربي أثناء الزمن الثاني، فقطر التي تنصف الساحل الشرقي لجزيرة العرب وتعتبر جزءا من الرفرف العربي، تعرضت خلال تاريخها الجيولوجي وعلى فترات متعاقبة ومتباعدة لحركة البحر طغيانا وانحسارا، نتج عنها أن تغطت مناطقها المغمورة برواسب بحرية مختلفة، تمثلها الصخور الجيرية والطباشير والدولومايت، والصخور الطينية والرملية، ومجموعة المتبخرات من الانهيدرايت والجبس، كما تنوعت سمكا وتوزيعا استجابة للظروف المناخية السائدة آنذاك، وعمق البحر القديم، وقد تميزت بتوافر الكائنات الحية، وطول فترات الغمر والحسر، وأصابتها ابتداء من نهاية الزمن الثاني (الكريتاسي الأعلى) حركات تكتونية ظهرت آثارها ونتائجها بصورة واضحة ومتميزة في الأدوار العليا من عصر الإيوسين وفترة الأوليجوسين، والأدوار الدنيا من عصر الميوسين، وكذلك في البليوسين (Cavilier, 1970, p. 34)، تشكلت بموجبها تراكيب جيولوجية تمثلت أهمها في حلبة دخان التي غدت مكمنا طبيعيا للثروة البترولية والغازية، هذه الحلبة تتخذ شكل طية قبابية إقليمية تمتد على محور شمالي غربي - جنوبي شرقي في منتصف الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر، وتضم هذه الحلبة حقل بترول دخان البري بطول يبلغ (٥٤, ٤) كم، وعرض يصل إلى (٥, ٩) كم، ويحتوي هذا الحقل على تجمعات للزيت الخام والغاز الطبيعي في ثلاث مناطق رئيسة هي: الخطية وفحاحيل وجليحة.

أما الطبقات المنتجة للزيت فتتضمن في طبقات الحجر الجيري والدولومايت، ويطلق عليها إقليما طبقات الخف والعيونات والعرب والشعبية، فطبقات الخف تنتمي لأواخر الزمن الأول (العصران الكربوني والبرمي)، وتحتوي أساسا على تجمعات من الغاز الطبيعي الجاف، لم تتحدد كمياته المخزونة بشكل قاطع بعد؛ لأنها تعتمد على دراسات مستفيضة لصور وطبيعة الامتداد التركيبي للطبقة، كما تعتمد على مدى تجانس أو اختلاف طبيعة الصخور المكونة منها وخصائصها

البتروفيزيائية، وترجع الطبقات الأحداث إلى الزمن الثاني وخاصة إلى العصر الجوراسي الأوسط والأعلى، ويضم هذا العصر طبقات العرب والعوينات الجيرية، فيما تنتمي طبقة الشعبية إلى العصر الكريتاسي الأسفل، وقد ازداد البحر القديم خلال هذا الحقب عمقا واتساعا، مما أدى إلى ترسيب صخور جيرية وطباشيرية وطينية، فضلا عن الصخور العنصرية التي من أهمها البترول، ثم تراجع البحر القديم في نهاية الحقب، مما مهد إلى نشاط عوامل التعرية المختلفة، فانتجت رواسب رملية قارية، لذا تميز هذا الحقب بنوعين من الرواسب، منها رواسب بحرية Marine في أوائله، وقارية Continental في أواخره، ولا ترجع الأهمية الاقتصادية لهذه الرواسب إلى كونها تحتوي على أكبر تجمعات البترول فحسب، بل تعتبر من أكثر الطبقات وأكبرها احتضانا للمخزون الجوفي من المياه العذبة.

يبدو أن للعوامل الجغرافية الطبيعية علاقة كذلك بمواضع تجمع الزيت الخام ووسائل نقله وموانئ تصديره، فقد فرضت هذه العوامل تصدير الزيت الخام المنتج من الحقول البحرية عن طريق جزيرة حالول، وتقع هذه الجزيرة وسط مياه الخليج وعلى بعد (٩٨) كم إلى الشمال الشرقي من مدينة الدوحة، وتوجد بالجزيرة حظيرة تشمل على تسع خزانات أقيمت في وسط الجزيرة، ساعدت عوامل استواء السطح على اختيار هذا الموضع، تحيط هذه المنطقة مجموعة تلال صخرية من جميع الجهات باستثناء الناحية الشرقية التي تعتبر بوابة تفتح منها على منطقة سهلية مستوية، يتم عبرها الاتصال بميناء التصدير، فيضخ الزيت من حظيرة الخزانات عبر خط أنابيب إلى عوامة إرساء منفردة تقع إلى الجنوب الشرقي من جزيرة حالول، وقد اختير هذا الموضع لموافقته والظروف الجغرافية الطبيعية، فالمنطقة الجنوبية الشرقية تتمتع بمميزات الموضع المناسب، لكونها محمية من المؤثرات الغربية والشمالية الغربية، وأن عمق المياه الذي قد يصل إلى أكثر من (٣٣) م أي (١١٠) قدما، يتناسب وغطاس ناقلات النفط، كما أنها تتخذ موضعا يعتبر في منأى من عمليات الإرساب، بحريا كان أم هوائيا، وأنها قريبة نسبيا من طرق الملاحة البحرية، كما أن طبيعة الأرض تسمح بسهولة الاتصال مع الظهير الداخلي.

وينقل الزيت الخام من حقوله البرية في دخان (منطقة أم باب)، بواسطة ثلاثة خطوط متوازية من الأنابيب، فتعبر منطقة شبه مستوية باتجاه الجنوب الشرقي

إلى ميناء مسيعيد، ويدفع منها إلى مرسين للناقلات عبر أنابيب تمتد تحت قاع مياه الخليج العربي، المرسى الجنوبي الثابت يبعد (٨, ٠) كم عن الشاطئ القطري، والشمالى العائم يبعد (٧, ٢) كم، وقد جهز الأخير كي يستقبل الناقلات الضخمة، ويساعد على سرعة تحميلها، والتغلب على ظروف الطقس وحركة الرياح التي تعمل أحيانا على تعطيل عمليات الشحن، وقد اختيرت مسيعيد ميناء لتصدير الزيت دون مواقع إنتاجه تبعا لعوامل جغرافية وبيئية أهمها:

(أ) عمق المياه في المنطقة البحرية المواجهة لميناء مسيعيد نسبيا، وقلة تأثيرها بالعمليات الإرسائية ومحصلة الرياح الشمالية الغربية، في حين تفقد دخان أو أي موقع آخر على الساحل الغربي مميزاته كميناء بحري لركة المياه وقلة الأعماق، وتأثيرها بالرياح الشمالية الغربية والغربية.

(ب) وقوع مسيعيد على الساحل الجنوبي الشرقي لشبه جزيرة قطر، واختيارها ميناء بتروليا اختصر المسافة والزمن، حيث كان على الناقلات أن تدور حول شبه الجزيرة للوصول إلى دخان، وهي أمور مكلفة بمقياس تجاري.

(ج) قرب مسيعيد من منطقة تركيز السكان المتمثلة في مدينة الدوحة، ووقوعها ضمن منطقة سهلية ومستوية، أضفى عليها مواصفات الموضع، وميزها بخصائص الموقع كميناء هام.

٥- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بتوزيع الثروة السمكية:

ساعدت بيئة قطر البحرية، وطول سواحلها بالقياس إلى مساحتها، واتساع رصيفها القاري، وضخالة مياهه، وفقر البيئة البرية القطرية، وتعدد أنواع الأسماك ووفرة كمياتها، وكونها الغذاء البروتيني للسكان، على اشتغال عدد كبير منهم بحرفة صيد الأسماك، وما يميز الرفرف القاري وجود الشعاب المرجانية المتقطعة (الفشوت) تلف شبه الجزيرة ابتداء من فشت العريف المواجه للساحل الشرقي مقابل مصب الزيت في مسيعيد، حتى منطقة دخان على الساحل الغربي، هذه الأرضة تتكون من قمم مرجانية ذات ترسبات بحرية عضوية، غنية بالشقوب والحفر الصغيرة، وبعض الأحاديد التي ساهمت في تشكيلها عوامل النحت البحري، فغدت بيئة صالحة لتكاثر الأسماك التي تفضل دائما الاقتراب من المياه السطحية نظرا لغناها بالأكسجين الذائب، وتوافر المواد الغذائية اللاتي تعيش عليها.

يواجه الساحل الشرقي لقطر مسطحا مائيا متسعا، ساعد على نشاط حركة المياه السطحية، فالتيارات البحرية وما تجلبه من مواد غذائية ساهمت في انتشار الأسماك وتوزعها بأعداد هائلة، مما حدا بالسكان إلى التركيز على طول الساحل الشرقي، فأقاموا مستوطناتهم على خلجانه ودوحاته ورؤوسه، وهي ظاهرة شائعة في منطقة الخليج، وأمر طبيعي وحتمي في ظل الظروف البيئية الطارئة على طول السواحل الغربية إلا من بعض المراكز التي كان لظهور البترول دور في تواجدها.

والثروة السمكية في قطر تتكون من عنصرين هما الأسماك بأنواعها والربيان (الجمبري)، وما زال الصيادون يستخدمون طرقا بدائية ضمن المياه الإقليمية الداخلية أو الساحلية، استجابة لظروف البيئة الطبيعية وحركة المياه مدا وجزرا، فطرق الصيد بالقراقرير تنتشر على نطاق واسع، وهناك نوعان: الصغير منها يتناسب مع المياه الضحلة، والكبير يستعمل للأعماق التي تتراوح بين (٢٠-٣٠) قدما، ولتجنب حركة الأمواج والتيارات البحرية، وخوفا من أن تكتشفها الأسماك عمدوا إلى تثبيت أخشاب أفقية ومتعامدة عند قواعد القراقرير، ووضع مجموعة من الأحجار في وسطها كمراس لها، وتغطيها بالحشائش، كما فطنوا إلى تثبيت بعض الحبال في أحد طرفيها، وتثبيت كميات من الفلين في الطرف الآخر، للاهتمام إليها وتحديد مواقعها بدقة.

أما طريقة المساكر فهي طريقة بالية، إلا أن السكان في قطر استغلوا ظروف بيئتهم متمثلة في عمليتي المد والجزر، فأقاموا على طول المناطق الساحلية المواجهة لتجمعاتهم حواجز من الأحجار المتراسة فوق بعضها كأنها جزر شريطية، ففي وقت المد تغطي المياه هذه الحواجز فتجلب معها الأسماك بحثا عن المواد الغذائية، أو هربا من الأسماك الكبيرة، وفي حركتها تحاول الأسماك دائما أن تسير بمحاذاة الأشرطة الحجرية المقامة، حتى إذا انحسرت المياه في حالة الجزر، حجزت المساكر بعض الأسماك خلفها من جهة الساحل، فيهرع السكان إلى جمع حصادهم منها، وهناك طريقة تشبه المساكر، إلا أن مادتها من العصي والشباك، وبهذه الوسائل استطاع سكان قطر التكيف مع بيئتهم، فغدوا عبر التحديات مهرة في ركوب البحر، وتمكنوا تلبية حاجتهم من معرفة مصائد الأسماك ومربعها، كما أنهم

خبروا ظروفهم الجغرافية الطبيعية التي حددت لهم فترات صيدهم، فكانوا يبحرون لحوالي (٢٩٠) يوما في السنة، ويحجمون في الفترة من إبريل حتى منتصف مايو، ويعرفون أن صيدهم تتناقص كمياته في فترة تركيز الأمطار بسبب الأنواء الشديدة التي تظهر خلالها.

٦- العوامل الجغرافية الطبيعية وعلاقتها بالمستوطنات البشرية؛

عما لا شك فيه أن الاختلافات الواضحة في البيئة الطبيعية من سطح ومناخ وأشكال مورفولوجية وتربة ونبات طبيعي تؤدي إلى خلق قيم مكانية يقوم الإنسان باختيار الأنسب منها لغرض استقراره واستيطانه ونشاطه الاقتصادي، وكما هو الحال في جميع البيئات الجافة التي تنتمي إليها شبه جزيرة قطر مناجيا، تتوزع المستوطنات البشرية وتتوافق مع وفرة موارد الرزق ومواقع المياه الجوفية ومناطق المراعي والتربة الصالحة للزراعة، ونظرا لفقر البر القطري توجه السكان لالتماس الرزق في أعماق مياه البحر فمارسوا حرفة الصيد البحري الشائبة (الأسماك واللؤلؤ)، وكان لابد من الاستقرار على الساحل ما دام الداخل معدوم الموارد، فانتشرت المستوطنات على طولها، حيث اتخذت نمطا خطيا في قرى صيد صغيرة، اختير لقيامها أحسن المواقع وأفضل المواضع، فقام مجتمع الصيد، وقد تبين لهم أن ارتياد البحر صعب، وركوبه مشكل، وفيه من المخاطر ما يثنيهم، وقدروا أن البر وخاصة في موسم المطر قد يعطيهم ويكفيهم، فجددوا ممارسة حرفة الرعي حيث تنبت الحشائش والأعشاب، وامتحنوا ولو على نطاق ضيق وحسب إمكانياتهم ومعرفتهم حرفة الزراعة، ولما كانت الأمطار مصدرا للمياه غير ثابت، وهي في حد ذاتها متذبذبة وعشوائية، لجأ السكان إلى طلب الماء من باطن الأرض، فحفروا الآبار ونشأت بينهم علاقة قوية، تطلبت بدورها مراكز عمرانية أقاموها في الداخل حول الآبار، فعاد مجتمع الرعي والزراعة، إلا أن علاقتهم بالبحر تواصلت ولم تنقطع.

فإذا كانت المياه الجوفية العذبة والتربة الصالحة للزراعة كعناصر جغرافية طبيعية تتركز في النصف الشمالي من شبه الجزيرة، فمن الطبيعي أن يلازم إنشاء المستوطنات البشرية المواقع التي تتوافر فيها هذه العناصر، وتحدد مناطق الروضات



التوزع الجغرافي لها، إذ تتخذ هذه المستوطنات شريطاً محورياً يمتد من الشمال الغربي حيث السليميات حتى منطقة الخور فمنطقة أم صلال والدوحة، ثم تأخذ اتجاهها جنوبي غربي حتى الحرارة وترينا، ويضم هذا الشريط مجموعة من القرى والبلدات الصغيرة، لا تعدو في كونها مقراً لأحد الشيوخ، وأنها لا تشكل إلا مظهراً من مظاهر التبعر الناتج عن توزع التربة والمياه الجوفية.

تنبئ الدراسة من واقع خصائص البيئة الجغرافية الطبيعية أن الساحل الشرقي رغم ما يتميز به من مواضع ملائمة لإقامة مراكز عمرانية على طولها، إلا أنه يضم أشرطة ساحلية لا تصلح لمثل هذه المستوطنات، فإذا رصدت لها من الرساميل كما حدث لمنطقة رأس لفان تحقق لها ذلك، وهذه الأشرطة تتمثل في التالي:

(أ) الشريط الساحلي الممتد من خور العديد حتى مصب الزيت في مسيعيد، ويعيه انتشار السبخات والكثبان الرملية بأنواعها وأنماطها، وضحولة المياه أمام شواطئه، فلا يصلح لإقامة مستوطنات بشرية فوق أرضه.

(ب) الشريط الساحلي الممتد من الوكرة حتى الدوحة، فهو ساحل رملي في بعض أجزائه وصخري في أخرى، فالرملي منخفض نسبياً، تغشاه مياه البحر أثناء المد العالي، وتتميز مياه شاطئه برقتها.

(ج) الشريط الساحلي الممتد من الزيارة على الجانب الغربي لشبه الجزيرة حتى مركز حدود أبو سمرة، وهو قطاع ساحلي تنتشر أمامه الشعاب المرجانية، وتبرز على طولها العديد من الصخور وخاصة منطقة الشاطئ المواجهة لشبه جزيرة أبروق وتتميز مياهه بضحالتها وقلة أعماقها وملوحتها وارتفاع درجة حرارتها، الأمر الذي يحد من تواجد الأسماك ووفرته، كما أن اقتراب حدة دخان وجنوحها نحو الساحل، وما يتميز به قاع خليج سلوى الضحل أمام هذه الواجهة من إرسابات الطين اللازب، حال دون إقامة مراكز عمرانية، أو حتى قرى صيد صغيرة على طول جبهتها، لكونها تفتقر إلى مواصفات الموقع والموضع.

والمستوطنات في أشكالها وأحجامها أصابها الكثير من التغير، والتطوير، بل هجر بعضها وغدت خرائب، تبكي أطلالها زمناً سادت فيه ازدهرت، وتنعي بيوتها ردحا كانت فيه قائمة وعامرة، وفقدت قيمتها إثر تحول سكانها إلى مرحلة

ذات علاقة بالتجمعات الضخمة، إلا أننا لا نغفل ما كانت تتميز به هاتيك المستوطنات من خصائص نوجزها في النقاط التالية:

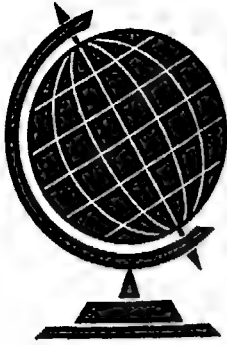
* إن الصفة التي كانت سائدة للمستوطنات هي صغر أحجامها وتبعثرها، وأن معظمها قروي في مظهره.

* تتناقص أعداد المستوطنات ويزداد تبعثرها، وتتسع المسافات الأفقية بينها، ويقل حجم سكانها كلما اتجهنا صوب الجنوب.

* تضم منطقة الدوحة بالإضافة إلى معظم المستوطنات البشرية، غالبية السكان، إذ تقع جميع المستوطنات البشرية في دائرة نصف قطرها لا يتعدى (٢٦) كم، وتمثل الدوحة مركز الدائرة، وهذا التركيز يرجع إلى جملة العلاقات المكانية التي تربط هذه المستوطنات بمدينة الدوحة.

* يبدو أن الجانب الشمالي والشرقي من شبه جزيرة قطر أكثر تركيزاً وتجمعا للمستوطنات البشرية والسكان من الجانب الغربي والجنوبي، إذ تقع فيهما أكبر المدن وأهمها، وهو أمر يعكس أثر التفاعل بين العوامل الجغرافية الطبيعية وشدة هذا التركيز، إذ يسهل الوصول إلى الماء الجوفي العذب وإمكانية الحصول عليه، وأن الأرض تضم تربات ذات صلاحية عالية للزراعة، فضلا عن توافر الخدمات التي يحتاجها كل مواطن ومقيم، وأن الجبهة الشرقية تعتبر منفذ قطر على الخليج العربي والمحيط الهندي.





المصادر والمراجع

أولاً: المصادر والمراجع العربية.

ثانياً: المصادر والمراجع غير العربية.

المصادر والمراجع المتخصصة والعامة

أولاً: المصادر والمراجع العربية:

- إبراهيم حrchش وعبد الرحمن يوسف (١٩٨٥): «المياه الجوفية في قطر - موجز عن الدراسات والتائج» إدارة البحوث الزراعية والمائية، فبراير، الدوحة، ص٦٧.
- أحمد أحمد السيد مصطفى (١٩٨٢): «حوض وادي حنيفه بالملكة العربية السعودية - دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الإسكندرية.
- أحمد سالم (١٩٨٥): «حوض وادي العريش - دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٣٨٥ ص.
- أحمد نجم الدين فليجه (١٩٧٦): «الجغرافيا العملية والخرائط» ط٣، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، ٣٥٦ ص.
- الجامعة الأمريكية - قسم النشر (١٩٦٨): «المعجم العلمي المصور» الطبعة العربية، القاهرة، ٦٧٩ ص.
- إدارة البحوث الزراعية والمائية: نشرة سنوية يصدرها قسم الأرصاد الزراعية والمائية، للفترة ١٩٨٠-١٩٩٤، الدوحة.
- إدارة الطيران المدني - قسم الأرصاد الجوية «تقارير المناخ السنوي» ٧١-٩٤، الدوحة.
- إدارة الطيران المدني - قسم الأرصاد الجوية «بيانات إحصائية عن الأحوال الجوية في مدينة الدوحة» للفترة (١٩٦٢-١٩٩٤)، الدوحة.
- السيد الحسيني إبراهيم (١٩٧٥): «التحليل الميكانيكي للرواسب وتطبيقه على بعض مدرجات مصر العليا، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، العدد الأول، السنة الأولى، القاهرة، ص٣٦٣-٣٧٧.
- المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية (١٩٦٥): «المصطلحات الجغرافية» القاهرة، ١٣٨ ص.
- المساحة الجيولوجية الأمريكية - وزارة الداخلية (١٩٥٨): الخريطة الجيولوجية لغرب الخليج الفارسي (العربي)، مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠، رقم ٢٠٨، واشنطن.



- آمال إسماعيل شاور (١٩٨٢): «التغير الكمي لدورة التعرية عند ديفيز، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٤، القاهرة.
- الأدميرالية البحرية البريطانية: لوحة رقم ٢٨٨٦، ٣٥١٧، ١٩٧٤، ١٩٧٧.
- ج.ج. لوريمر (١٩٧٥): دليل الخليج - القسم الجغرافي، ديوان أمير دولة قطر، الدوحة.
- جودة حسنين جودة (١٩٨٥): «طرق بحث بتروجرافية للدراسة الجيومورفولوجية» عن كتاب: صحاري العرب - دراسة في الجيومورفولوجيا المناخية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ص ٤٣٢-٤٦٨.
- جورج و. باركلي (١٩٦٨): «أساليب تحليل البيانات السكانية» ترجمة سعد زغلول أمين وعبد الخالق ذكري ومحمد السعدي الحضري، معهد البحوث والدراسات الإحصائية، القاهرة، ص ٢٥-٨٣.
- حسن رمضان سلامة (١٩٨٣): «مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٥٣، الكويت، ص ٥٣.
- حسن رمضان سلامة (١٩٨٥): «اختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٥، الكويت، ص ٧٤.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٧٦): «الاقيانوغرافيا - دراسات في جغرافية البحار والمحيطات»، ط ٢، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ٦٦٦ ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٨٠): «معالم سطح الأرض» دار النهضة العربية، بيروت، ٦٣٨ ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٦٦): «أصول الجيومورفولوجيا - دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض»، ط ٢، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ٧٥٧ ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (بدون تاريخ): «أصول الجغرافيا المناخية» مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، ٥٥٤ ص.
- حسن سيد أحمد أبو العينين (١٩٨٦): «الخليج العربي - تطوره الباليوجرافي وتذبذب مستوى سطح مياهه منذ عصر البلايستوسين حتى الوقت الحاضر، جامعة الإمارات، مجلة كلية الآداب، العدد ٢، العين، ص ٢١-٥٤.

- حسن عبد القادر صالح (١٩٧٧): «موارد المياه الجوفية في الأردن» مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، العدد الثامن، إبريل، القاهرة، ص ٩٥-١٤٥.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة: خرائط قطر الطبوغرافية (١٥) لوحة، مقياس رسم ١: ٥٠.٠٠٠، الدوحة، ١٩٧٦، ١٩٧٧.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة (١٩٧٥): «خريطة قطر الكنتورية» مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - الأشغال العامة - قسم المساحة (١٩٨١): «خريطة قطر الطبوغرافية» مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - الجهاز المركزي للإحصاء: «المجموعة الإحصائية» للفترة بين (١٩٨٠-١٩٩٥) الدوحة.
- دولة قطر - إدارة الشؤون الإعلامية، خريطة قطر الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - ١٩٧٠ - إدارة شؤون البترول: «خريطة قطر الجيولوجية» مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - المركز الفني للتنمية الصناعية (١٩٨٠): «خرائط قطر الجيولوجية (ثلاث لوحات)» مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - المركز الفني للتنمية الصناعية (١٩٨٠): «خريطة قطر الجيولوجية (لوحة واحدة)» مقياس رسم ١: ٢٠.٠٠٠، الدوحة.
- دولة قطر - (١٩٧٣): «الحصر الاستكشافي للتربة وتصنيف الأراضي، الدوحة.
- دولة قطر - (١٩٧٧): وزارة المالية والبترول، صناعة الزيت في قطر، الدوحة.
- سعد عبد الكريم (١٩٦٤): «معجم الجيولوجيا» من مجلة مجمع اللغة العربية - الجزء السابع عشر، القسم الخامس - في المصطلحات، القاهرة، ص ١٢٥-٢٢٨.
- سليمان محمود سليمان (١٩٧٥): «جيولوجية قطر ونشاطها التعديني» بحث مقدم للمؤتمر العربي الثاني للثروة المعدنية المتعقد في جده، الدوحة.
- صلاح الدين بحيري (١٩٧٢): «جغرافية الصحاري العربية»، دار الجامعات العربية، عمان، ١٩٢ ص.

- صلاح الدين بحيري ومضيوف الفرا: جوانب من جغرافية قطر، الجمعية العلمية الملكية (بدون تاريخ)، عمان، ١٢٧ ص.
- طه محمد جاد (١٩٨٤): «بعض مظاهر التعميم والتقريب في جمع البيانات الجيومورفولوجية وتحليلها» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٢، الكويت، ٤٩ ص.
- طه محمد جاد: «تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جومورفولوجي»، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٧٨، ١٤٨ ص.
- عادل عبد السلام (١٩٧٥): جيومورفولوجية البحرين، من كتاب: دولة البحرين - دراسة في تحديات البيئة والاستجابة البشرية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص ٧٦-١١٠.
- عادل عبد السلام (١٩٧٥): «مناخ البحرين»، من كتاب: دولة البحرين - دراسة في تحديات البيئة والاستجابة البشرية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص ١١١-١٢٠.
- عادل عبد السلام (١٩٧٨): الأراضي التي عليها الدولة، من كتاب: دولة الإمارات العربية - دراسة مسحية شاملة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص ٨٥-١٨٥.
- عبد الرحمن الشريف (١٩٦٩): منطقة عنيزة - دراسة إقليمية، مطبعة النهضة العربية، القاهرة.
- عبد العزيز طريح شرف (١٩٨٥): «الجغرافيا المناخية والنباتية»، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، ٤٣٢ ص.
- عبد الله صلات وآخرون (١٩٧٦): «ملخص جيولوجية قطر» إدارة شؤون البترول، الدوحة، ٢٦ ص.
- عبد الله عويس (١٩٧٥): «بحوث العمليات الإحصائية في الجغرافيا» معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ١٤٢ ص.
- عبد الملك كليب (١٩٩٠): «مناخ الخليج العربي» دار السلاسل، الكويت، ١٣٩ ص.

- عبد الملك كليب (١٩٨٥): «الطقس والمناخ في الكويت، الكويت.
- عزت علي قرني (١٩٨٨): «تطبيق النماذج البيانية لتقدير المتوسط السنوي العياري للتساقط المطري كمعصر أساسي للتغذية في الموازنة المائية لمصادر المياه الجوفية في شبه جزيرة قطر» مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ٥٣، السنة ١٤، الكويت، ص ١٥١-١٧٤.
- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٧٠): «رأي في تعريب المصطلحات الجيومورفولوجية»، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثالث، القاهرة، ص ٤٢-٤٦.
- علي عبد الوهاب شاهين (١٩٥٦): «الخريطة الكتورية في دراسة الجيومورفولوجيا» الموسم الثقافي للجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- فتحي عبد العزيز و ماضي (١٩٨٣): «الأساليب الكمية في الجغرافيا» دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٧٨١ ص.
- فتحي محمد أبو عيانة (١٩٨١): «مدخل إلى التحليل الإحصائي في الجغرافيا» دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١١٨ ص.
- كمال البتانوني (١٩٨٦): «البيئة وحياة النبات في دولة قطر» جامعة قطر، الدوحة، ٤١٤ ص.
- كنيث والطن: «الأراضي الجافة»، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٧٦، ٣٩٢ ص.
- لويس معلوف (١٩٦٦): «المنجد في اللغة والأدب والعلوم»، المطبعة الكاثوليكية، بيروت.
- مجمع اللغة العربية (١٩٧٤): «المعجم الجغرافي» بإشراف د. محمد محمود الصياد، القاهرة، ١٨٥ ص.
- محمد سعيد البارودي (١٩٨٦): «الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة» نشرة يصدرها قسم الجغرافيا، والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٨، الكويت، ٦٠ ص.
- محمد شفيق الصفدي (١٩٧٣): «المياه الأرضية في الجزيرة العربية»، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، سلسلة الدراسات العلمية رقم ٢، القاهرة، ص ١٧٣-٢٠٦.
- محمد صبحي عبد الحكيم وماهر الليثي (١٩٦٩): «علم الخرائط»، ج ١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ٣٥٠ ص.

- محمد صفي الدين أبو العز (١٩٧٦): «قشرة الأرض - دراسة جيومورفولوجية» دار النهضة العربية، القاهرة، ١٣٣ ص.
- محمد صفي الدين أبو العز (١٩٦٥): «مورفولوجية الرافار القارية» حليات كلية الآداب - جامعة القاهرة، المجلد ٢٢، العدد الثاني، ص ٢٧.
- محمد عادل أحمد يحيى (١٩٨٣): «أطلس الصور الفضائية لدولة قطر من القمر الصناعي (لاندسات)، الدوحة ١٦٦ ص.
- محمد عبد الله ذياب (١٩٨٠): «الجغرافية الطبيعية لدولة قطر»، القاهرة، ٣٣٩ ص.
- محمد عبد الله ذياب (١٩٨٩): «أودية كتلي الجبال الوسطى والشميلية بدولة الإمارات العربية المتحدة - دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة، القاهرة، ٤٩٩ ص.
- محمد علي عمر الفرا (١٩٧٣): «مناهج البحث في الجغرافيا بالوسائل الكمية» وكالة المطبوعات، الكويت، ٣٤٢ ص.
- محمد علي عمر الفرا (١٩٧٧): «مشكلة المياه في الكويت»، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، العدد ٨، إبريل، القاهرة، ص ٢٦١-٣٠٢.
- محمد كمال محمود الشلالده (١٩٩٢): «جيومورفولوجية حوض وادي ررقاء ماعين بمرتفعات شرق الأردن»، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس - كلية البنات للعلوم والآداب والتربية، القاهرة، ٤٦٤ ص.
- محمد متولي موسى (١٩٧٠): «حوض الخليج العربي - ظروفه البيئية والطبيعية»، ج ١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص ٥٠، ١٦٠.
- محمد متولي ومحمود أبو العلا (١٩٨١): «جغرافية الخليج - الخليج العربي وخليج عمان ودول شرق الجزيرة العربية - الباب الأول - البيئة الطبيعية» مكتبة الفلاح، الكويت، ص ٧-١٣٩.
- محمد محمد سطيحه (١٩٧٢): «دراسات في علم الخرائط» دار النهضة العربية، القاهرة، ٣٥٧ ص.

- محمد محمود الصياد (١٩٧٠): «عن الجمهورية العربية المتحدة»، دار النهضة العربية، بيروت، ص ٧٧.
- محمود عاشور وآخرون (١٩٩١): «السبخات في شبه جزيرة قطر - دراسة جيومورفولوجية وجيولوجية وحيوية»، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية - جامعة قطر، الدوحة، ٥١٤ ص.
- نبيل إمبابي (١٩٨٢): «خريطة مورفولوجية لإقليم خور العبد» نشره يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٧، الكويت، ٣٣ ص.
- نبيل إمبابي ومحمود عاشور (١٩٨٣): «الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر»، ج ١، ج ٢، مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، ص ٢٤٨، ٢٣٨.
- نبيل إمبابي (١٩٨٤): «التغلغل البحري في الساحل القطري» نشره يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٠، الكويت، ٥١ ص.
- نعمان شحادة (١٩٨١): «الأمطار في دولة الإمارات العربية المتحدة» الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، الكويت، مارس، ٥٣ ص.
- نعمان شحادة (١٩٨٦): «فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية» نشره يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٩، مايو، الكويت، ٦٢ ص.
- ياسين طه (١٩٨٠): «سواحل قطر - دراسة جيومورفولوجية»، القاهرة، ص ٧٧-٧٨.
- يوسف توني: «معجم المصطلحات الجغرافية»، دار الفكر العربي، القاهرة، ١٩٧١، ٦٦٣ ص.
- يوسف عبد المجيد فايد (بدون تاريخ): «البنية والتضاريس - تضاريس الأرض الموجبة والسالبة»، دار النهضة العربية، القاهرة، ٣٠٤ ص.
- يحيى محمد أبو الخير (١٩٨٥): «قوام التربة بشعيب ناح وأثر مياه الري على خصائصها» نشره يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٨٤، الكويت، ١٩ ص.

ثانياً: المصادر والمراجع غير العربية:

- Admiralty Charts: Plans in the Persian (Arabian) Gulf, Prepared by the British Admiralty, London.
- 1. Jazirat Halul, Sheet No. 3517, Scale 1:12500, Oct., 1967.
- 2. Persian Gulf, Western Sheet No. 2817, Scale 1:750000, May 1971.
- 3. Ad-Dawha Harbour, Sheet No. 3786, Scale 1:25000, Nov., 1971.
- 4. Fash Al-Arif to Ad-Dawha, Sheet No. 3787, Scale 1:50000, June 1977.
- 5. Jazirat -ye Lavan and And Jazirat Das to Ras Tannurah, Sheet No. 2886, Scale 1:350000, March 1977.
- Al-Ert, H.A., and Yousif, M.S.M., (1975) "Drainage Basin Analysis in Wadi Araba Area" Gulf of Suez, "EGYPT" Proceedings of the Egyp. Acad. Sci., Vol. XXVIII, PP. 89-107.
- Amojil Drilling Com. (1963) "Report on Ruwais Water Well" No. 1A, Doha.
- Ba'alabaki, M., (1976) "Al-Mawrid - A Modern English - Arabic Dictionary, 10th Edition, by Dar El-Ilm Lil-Malayeen, Beirut, pp.11-15.
- Babikir, A.A., (1984) "Vegetation and Environment on the Coastal Sand Dunes and Playas of Khor El-Odaid Area, Qatar" Geo Journal, 9.4, D. Reidal Publishing Comp., Dordrech and Boston, pp. 377-385.
- Babikir, A.A. (1984) "Vegetation Changes in the Long Abandoned Farms in Qatar" Pull. Facul. Human. and Soc. Sci. Uni. of Qatar, Vol. 7, Doha pp. 23-36.
- Babikir, A.A. (1985) "The Vegetation of Natural Depressions in Qatar in Relation to Climate and Soil" Dept. of Geog. Uni. of Qatar, Doha, 13p.
- Bagnold, R.A., (1941) "Physics of Blown Sands and Desert Dunes" New York, William Morrow and Co., p. 265.

- Barry, R.G., (1979) "Precipitation" in: Water, Earth and Man, edited by Richard, J. Chorley, Methuen and Co. Ltd., London, pp. 113-128.
- Barry, R.G. and Chorley, R.J. (1972) "Atmospher, Weather and Climate" Methuen and Co. Ltd., London, p 379.
- Blair, T.A. (1960) "Weather Elements" 4th Edition, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, N.J., p. 51.
- Bradshaw, J., et al. (1978) "The Earth Changing Surface" E.L.B.S., London, p. 260.
- Breed, C.S., et al., (1979) "Regional Studies of Sand Seas Using Landsat (Ert's) Imagery" Chap. K., In: A Study of Global sand seas, edi. by Edwin D. McKee, Geo. Surv. Prof. Paper 1052, Washington, pp. 305-397.
- Breed, C.S. and Grow, T. (1979) "Morphology and Distribution of Dunes in Sand Seas Observed by Remote Sensing" Chap. J., Edt. by Edwin D. McKee, Geol. Surv. Prof. Paper 1052, Washington pp. 253-302.
- Bunting, B.T., (1967) "The Geography of the Soil" Ed., London, p. 117.
- Carlston, C.W., (1963) "Drainage Density and Stream Flow" U.S.Geol. Surv. Prof. paper 422- C. pp. C1-C8.
- Cavelier, C., et al., (1970) "Geological Description of the Qatar Peninsula, Arabian Gulf" Doha, 43p.
- Chapman, R.W., (1971) "Climatic Changes and Evolution of Land-Form in the Eastern Province of Saudi Arabia" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 82, pp. 2713-2728.
- Chorley, R.J. (1979) "The Drainage Basin as the Fundamental Geomorphic Unit" In: Water, Earth and Man., Edi. by R.J. Chorley, London, pp. 77-98.
- Clarke, G.R. (1974) "The Study of Soil in the Field" 5th edi., Oxford Uni. Press, London, pp. 22-44.
- Clarke, J.I., (1966) "Morphometry From Maps" In: Dury, Editor "Essays in Geomorphology", Heinemann Educ. Books, Ltd., London, pp. 235-274.



- Cook, R.U. and Warren, A. (1973) "Geomorphology in Desert" B.T. Batsford Ltd., London, p. 282.
- Cotton, C.A., (1964) "The Control of Drainage of Density" N.Z. Jour. Geol. Geophys, Vol. 7, pp. 384-392.
- Cox, C.B., et al., (1977) "Biogeography" Black Well, London, p. 50.
- Curray, J.R., (1961) "Late Quaternary Sea-Level" Geol. Soc. Amer. Bull. 72, pp. 1707-1712.
- Davies, J.L., (1977) "Geographical Variations in Coastal Development Geomorphology" Text No. 4 Edi. by K.M. Clayton, London, p. 204.
- Donahue, R.L. (1958) "Soils: An Introduction to Soil and Plant Growth", Prentice-Hall, pp. 21-22.
- Ebert, C.H.V. (1965): Water Resources and Land Use in the Qatif oasis of Saudi Arabia" Geol. Rev., Vol. 4, pp. 496-509.
- Eccleston B.L., Pike, J.G. and Harhash, I., (1981) "The Water Resources of Qatar and their Development" Tech. Rep. No. 5, Doha.
- El-Azzabi, A.M. and Alawar, M.A. (1985) "The New Dictionary of Geographical Terms" Edi. by Arab Development Institute, Libiya, 422p.
- Evans, G., (1969) "Stratigraphy and History of the Sabkha, Abu-Dhabi, Persian Gulf (Arabian), John Sedimentology Vol. 12, p. 145-159.
- Evans, O.F., (1942) "The Origin of Spits, Bars and Related Structures: Tour. Geol., Vol. 50, pp. 846-845.
- Eyles, R.J. (1966) "Stream Representation on Malayan Maps" Jour. Trop. Geogr., Vol. 22, pp. 1-19.
- Falcon, N.L. (1973) "Vertical and Horizontal Earth Movements" In: The Musandam Expedition 71/72, Geogr. Jour., Vol. 139, Oct., Part 3, pp. 404-409.
- Fairbridge, R.W. (1961) "Eustatic Changes in Sea Level" Physics and Chemistry of the Earth, Vol. 4, pp. 99-185.
- Fairbridge, R.W. (1968) "The Encyclopedia of Geomorphology" Dowden Hutchinson and Ross Inc., Vol. III, New York, p. 900.



- F.A.O. (1973) "Irrigation Drainage and Salinity" London, pp. 104-202.
- F.A.O. (1974) "Water Resources and Use" Tech. Rep., No. 2, Rome.
- Finch, V.C. and Trewartha, G.T., (1942) "Elements of Geography, Physical and Cultural" McGraw-hill Book Co. Inc. New York.
- Fisher, W.B. (1963) "The Middle East; A Physical, Social and Regional Geography" Methuen and Co. Ltd., London.
- Fryberger, S.G., (1979) "Dunes Forms and Wind Regions" Chap. F., In: A Study of Global Sand Seas, Edited by Edwin D. McKee, Geol. Surv. Prof. Paper 1052, U.S. Washington, pp. 137-168.
- Gardiner, V., (1975) "Drainage Basin Morphometry" British Geomorphology Research Group, Tech. Bull. No. 14, London, 48p.
- Glennie, K.W. (1970) "Desert Sedimentary Environment" Development in Sedimentary, No. 14, Elsevier Publish. Co. Amsterdam, 222p.
- Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973) "Drainage Basin Form and Process - A Geomorphological Approach" Edward Arnold, London, 458p.
- Gregory, S. (1973) "Statistical Methods and the Geographers" 3rd Edi. Longman Group Ltd., London, 271p.
- Hack, J.I., (1957) "Studies of Longitudinal Streams of Profiles in Virginia and Maryland, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 294-B, pp. 45-97.
- Hanwell, J.D. and Newson, M.D. (1973) "Techniques in Physical Geography" Macmillan Education Ltd., London, 230p.
- Holm, P.A. (1960) "Desert Geomorphology in the Arabian Peninsula" Science, Vol. 132, pp. 1369-1376.
- Horton, R.E. (1945) "Erosional Development of Streams and their Drainage Basins, Hydrological Approach to Quantitative Morphology" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 56, pp. 275-370.
- Houbolt, J.J. (1957) "Surface Sediments of the Persian (Arabian) Gulf, Springer Verlag, Berlin, pp. 11-32.

- Howard, J., Critchfield (1966) "General Climatology" Prentice-Hall, N.J., 2nd Edi., pp. 37, 56-59.
- I.D.T.C. (1980) "Qatar Geological Map, Explanatory Booklet, Selstrust Eng. Ltd., London, 20p.
- Ismail, A.M.A. and Babikir, A.A.A. (1986) "The Controversy Over Distribution of Desert Plants and the Pattern of Perennial Shurbs in the Eastern Part of the Arabian Desert" Jour. of Arid Envir., Vol. 10, London, pp. 29-38.
- Jewett, T.W., (1966) "Soils of the Arid Lands" Edited by E.S., Hills, the Arid Zones, UNESCO, 153p.
- Johnson, D.H. 91978) "Gulf Coastal Region and its Hinterland" in: El-Sayriss and Zoti J.G., pp. 45-77.
- Johnstone, N.E. and Stern, S.R. (1972) "Technical Report on the Hydrogeological of Qatar" FAO Project Working Paper, Doha.
- Kassler, P., (1973) "The Structure and Geomorphic Evolution of the Persian (Arabian) Gulf" In: Purser, B.H., the Persian (Arabian) Gulf, Springer Verlag, Perlin, pp. 11-32.
- King, C.A.M. (1966) "Technicques in Geomorphology" Edward Arnold, London, 342p.
- King, C.A.M. (1972) "Beaches and Coasts" St. Martin's Press, New York, 2nd Edition, 570p.
- King, L.J. (1969) "Statistical Analysis in Geography" Prentice-Hall, Inc., London, 288p.
- Langbein, W.B. (1947) "Topographical Characteristic Evolution of the Drainage Basins" U.S. Geol. Survey Water Supply paper 968-C, pp. 125-157.
- Le-Grand Adscs Ltd., (1959) "Report on the Brackish Water Supplies of Doha and Wakrah Districts" Qatar.



- Le-Grand Adsko Ltd. (1959) "The Fresh Water Resources of Northern Qatar "Minegraphed Report to Government of Qatar.
- Leopold, L.B., et al. (1964) "Fluvial Processes in Geomorphology" W.H. Freeman and Comp., San Francisco and London, 522p.
- Madkour, M. and Al-Shaikh, S. (1973) "A Reconnaissance Soil Survey and Land Classification" UNDP, FAO, Rome.
- Markhan, G.G., (1970) "Seasonability of Precipitation" Ann. Ass. Amer. Geogr., Vol. 60, pp. 593-597.
- Meigs, P. (1966) "Geography of Coastal Desert" Arid Zone Research", XXCII, UNESCO.
- Melton, M.A. (1958) "Correlation Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems and their Controlling Agents" Jour. Geol. Vol. 66 (4), pp. 442-460.
- Melton, M.A. (1958) "Geomorphic Properties of Mature Drainage Basins and their Representation in a E4 Phase Space" Jour. Geol., Vol. 66, pp. 35-54.
- Miles, M.K. and Gildersleeves, P.B. (1977) "A Statistical Study of the Likely Causative Factors in the Climate Fluctuation of the Last 100 Years" Meteorological Magazine, Vol. 106, pp. 314-322.
- Miller, V.C., (1953) "A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain-Area "Virginia and Tennessee of Nav. Res. Proj. NR. 384-042, Tech. Rep. 3 (Colompia Univ. Ph. Dissertation) 30p.
- Milton, L.E. (1965) "Quantitative Expressions of Drainage Net Patterns" Ausr. J. Sci., Vol. 27, No. 8, pp. 238-240.
- Monkhouse, F.J. and Wilkinson, H.R. (1971) "Maps and Diagrams" Methuen and Comp. Ltd., London, 527p.
- Monkhouse, F.J., et al. (1983) "A Dictionary of Geography and the Natural Environment" Edi. by Edward Arnold Ltd, London, 381p.



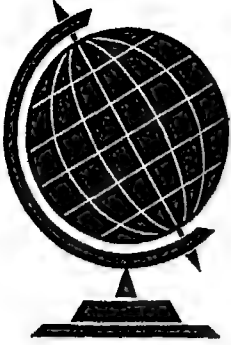
- Morisawa, M.A. (1962) "Quantitative Geomorphology of Some Watershed in the Appalachian Plateau" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 73, pp. 1025-1046.
- Obied, M., (1975) "A Study of the Natural Vegetation of Qatar" UNDP. FAO Rome.
- Ollier, C.D. (1979) "Weathering" Edi. by K.M. Clayton, Longman Group Limited, London, 304p.
- Pike, J.G., et al. (1975) "Rainfall and Recharge Over Qatar" Tech. Note, No. 24, Doha.
- Pike, J.G., et al. (1977) "The Water Resources of Qatar and their Development" Tech. Rep. No. 1, UNDP. FAO, Rome.
- Purser, B.H. and Seibold, E. (1973) "The Principal Environmental Factors Influencing Sedimentation and Diagenesis in the Persian (Arabian) Gulf" In: The Persian (Arabian) Gulf, Springer-Verlag, pp. 1-9.
- Robinson, H., (1978) "Biogeography" E.L.B.S., London, pp. 78-82.
- Sabek, J., (1974) "Trilingual Dictionary, English-French-Arabic" Edi., by Dar El-Sabek, Beirut, 1936p.
- Schumm, S.A. (1956) "Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Berth Amboy, New Jersey" Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 67, pp. 597-646.
- Shehadah, N. (1976) "The Variability of Rain in Jordan" Dirasat, Vol. 3, pp. 67-85.
- Shinn E.A. (1973) "Sedimentary Accretion along the Leeward S.E. Coast of Qatar Peninsula" Persian (Arabian) Gulf, In: The Persian (Arabian) Gulf, Edi. by Purser, B.H., Springer-Verlag, Berlin, pp. 199-209.
- Shinn E.A. (1973) "Carbonate Coastal Accretion in an Area of Longshore Transport, N.E. Qatar" Persian (Arabian) Gulf, In: The Persian (Arabian) Gulf, Edi. by Purser, B.H., Springer-Verlag, Berlin, pp. 179-191.



- Shreve, R.L. (1974) "Variation of Mainstream Length With Basin Area in River Networks" *Water Resources. Research*, Vol. 10, No.6, pp. 1167-1177.
- Singh, S. (1967) "On Quantitative Parameters for the Competition of Drainage Density, Texture and Frequency, A Case Study of a Part of Ranchi Plateau" *National Geographer*, Vol. XI, No. 1, pp. 21-31.
- Smart, J.S. (1978) "The Analysis of Drainage Network Composition" *Earth Surface Processes*, Vol. 3, pp. 129-170.
- Smith, K.G. (1950) "Standard for Grading Textures of Erosional Topography" *Amer. Jour. Sci.*, Vol. 248, pp. 655-668.
- Stamp, S.D. and C.A.N. (1979) "A Glossary of Geographical Terms" 3rd Edi. Longman, London, 571p.
- State of Qatar (1972) "Oil Industry in Qatar" Doha, p. 15.
- Strahler, A.N. (1950) "Equilibrium Theory of Erosional Slope Approached by Frequency Distribution Analysis" *Amer. Jour. Soc.*, Vol. 248, pp. 673-696.
- Strahler, A.N. (1952) "Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography" *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol.63, pp. 1117-1142.
- Strahler, A.N. (1957) "Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology" *Amer. Geophys. Union Trans.* Vol. 38, pp. 913-920.
- Strahler, A.N. and Strahler, A.H. (1978) "Modern Physical Geography" John Wily and Sons, New York, pp. 148-167.
- Sumner, G.N. (1978) "Morphometric for Physical Geographers" Edward Arnold, London, 236p.
- Thesiger, W. (1946) "A New Journy in Southern Arabia" *Geog. Jour.*, Vol. 108, p. 136.
- Trewartha, G.T. (1954) "An Introduction to Climate" McGraw-Hill, N.Y., pp. 120-125.



-
- Troeh, F.R. (1965) "Landforms Equations Fitted to Contour Maps", Am. Jour. Sci., Vol. 263, pp. 616-627.
 - U.N., Water Resources Project Planning (1972) Water Series, No. 41, New York, p. 81.
 - Vita-Finzi, C. (1973) "Late Quaternary Subsidence" In: the Musandam Expedition 1971-1972, Geol. Jour., Vol. 129, Part 2.
 - Walts, J.P. (1979) "Ground Water" In: Water, Earth and Man, Edi by R.J. Chorley, Methuen and Comp. Ltd., London, pp. 259-267.
 - Williamson, T.R. and Pomeroy, H. (1938) "Geology of Qatar peninsula" Typecript, Doha.
 - Wilson, A. (1942) "The Persian (Arabian) Gulf-Pilot" 9th Edi., London.
 - Young, A., (1971) "Slope Profile Analysis" The System of Best Units, In: Slopes-Form and Process, D. Brundsen (ed.), pp. 1-13.



الملاحق

- أولاً: جداول الفصل الرابع - مناخ شبه جزيرة قطر.
- ثانياً: جداول الفصل السادس - موارد المياه في شبه جزيرة قطر.
- ثالثاً: تعريف المصطلحات العلمية التي وردت في فصول الكتاب.

أولاً: جداول الفصل الرابع - مناخ شبه جزيرة قطر

في مواقع الرصد الرئيسية (درجة مئوية) للفترة (١٩٦٢-١٩٩٣)

[illegible]

جدول رقم (٢-٤)
المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المثوية لاتجاهات الرياح وسرعتها
(عقدة/ الساعة) في موقع رصد الدوحة

الاتجاه الشهر	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
يناير	٨,٩	٧,٧	٤,٣	١٣,٤	٢,٥	٥	٨,٩	٤٩,٧	٢,٦
فبراير	١١	١٢	٦,٤	١٧	٢,٤	٣,٦	٥,٧	٣٨,٨	٣,١
مارس	١٣,١	١٥,٦	٨,٤	١٥,٨	٢,٩	٥,٢	٤,١	٣٢,١	٢,٨
أبريل	١٦,٦	١٦,٤	٧,٦	١٤,٨	٣,٧	٧,٢	٥,٨	٢٦	١,٩
مايو	١٦,٣	١٨	٥,٥	٨,٨	٢,٣	٦,٢	٥,٩	٣١,٤	٢,٦
يونيو	١٨,٥	١٤,٧	٣,١	٣,١	٥,٧	٥,١	٨,١	٤٤,٢	٢,٥
يوليو	١٥,٢	٢٣	٦,٥	٦,٤	١,٤	٧	٨,٥	٢٨	٤
أغسطس	١٦,٧	٢١,٩	٨,٣	٧,٨	١,٥	٦,١	٨	٢٧,٨	٣,٩
سبتمبر	١٣,٤	٢٤,٧	١١,١	٩,٨	١,٦	٦,٨	٨,٣	١٨,٨	٥,٥
أكتوبر	١٣,٧	١٨,٩	٨,٩	١١,٧	٣	٧,٣	٧,٥	٢٤,١	٤,٩
نوفمبر	١٥,٤	١٢,٩	٥,٢	١١,٢	٣,٢	٥,٥	٥,٨	٣٦,٥	٤,٣
ديسمبر	١٠,٥	٦,٦	٣,٨	١٣,٨	٤,٢	٥,٩	٨,٤	٤٢,٩	٣,٩
المجموع	١٧٠,٣	١٩٢,٤	٧٩,١	١٣٣,٦	٢٩,٤	٧٠,٩	٨٥	٤٠٠	٤٢
المتوسط	١٤,٢	١٦,٠	٦,٦	١١,١	٢,٥	٥,٩	٧,١	٢٣,٤	٣,٥

تم رسم محصلة الرياح من واقع قيم المتوسط.

جدول رقم (٤-٣)

المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لسرعة الرياح في موقع رصد الدوحة
عقدة/ الساعة (١٩٧٤-١٩٤٤)

الارتفاع	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٧٤	١١,٨	١١,٤	١١,١	١٣,٧	١١,٩	١١,١	١٠,٩	١٣,١	٨,٣	٧,٦	٧,٩	١١,٥	١٠,٨
٧٥	٩,٣	٩,٤	١٢,٥	٩,١	١١,٩	١٤,٥	١١,٣	١٠,٥	٧,٦	٩,٣	٩,٤	٩,٨	١٠,٤
٧٦	٧,٢	٧,٢	٧,٣	٨,٢	٨,٥	٧,٩	١٠,٥	١٠,١	١٠,٤	٨,٣	٩,٩	٨,٢	٨,٨
٧٧	١١,٦	٩,٣	١٠,٧	١١,٩	١٠,٨	١١,٣	١١,١	٨,٨	٨	٩,٢	١١,٤	٩,١	١٠,٣
٧٨	١١	١١	١٠,٥	١٠,٨	١١,٣	١٢,٦	٨,٩	١٠,١	١	١,١	٩,٩	٧,٨	٩,٥
٧٩	٨,٥	٨,٥	١٠,١	٧,٨	٧,١	١٢,٣	٩,١	٩,٥	٥,٦	٧,٣	٥,١	٨,٩	٨,٣
٨٠	٩,٤	٩,٥	٩,٨	٩,٦	٨,٩	١٠,١	٨,٥	٨,٢	٦,٦	٦,٨	٥,٨	٧,٨	٨,٥
٨١	٩,١	٩,١	١٠	٨,١	١١,٢	٨,٤	٧,١	٨,٣	٦,٧	٦,١	٧,١	٦,٣	٨,٣
٨٢	٨,٤	٨,٤	٩,١	٨,١	٩,١	٩,٣	٨,٤	٩,٢	٥,٥	٨,٤	١٢,٢	٨,٢	٨,٨
٨٣	٩,١	٩,١	٨,٢	٨	٧,٨	١١	٧	٩,١	٦	٧,٥	٥,٩	٧,٩	٨,٠
٨٤	٧,٧	٩,٥	١٠,٣	١٠,٥	٩,٩	١١,١	٨,٥	٩,٧	٧,٢	٧,١	٧,٢	٧,٧	٨,٦
٨٥	٧,٨	١٠,٣	٩,٨	٩,٢	٩,٤	١٠,٦	١٠,٣	٧,٤	٦,٣	٨,٣	٧,١	٨,٣	٨,٧
٨٦	٦,٨	٨,٩	٩	٨,٦	٩,٥	١٢,٤	٧,٤	٦,٥	٦,٣	٦,١	٩,٣	٩,٣	٨,٤
٨٧	٨,٣	٧,٤	٧,٢	٩,٤	٧,٤	١٠,٦	٧,٣	٩,٣	٧,٢	٧,٩	٧,٧	٧,٧	٨,١
٨٨	٨,٣	٨,٣	١٠,٥	٨,٥	١١,٧	٩,٥	٥,٨	٦	٦,٣	٥,٩	٧,١	٧	٨,٠
٨٩	٨,٣	٨,٣	٧,٦	٧,٦	١٠	١٠	٥,٩	٦,٤	٦,٥	٦,٢	٧,٨	٧,٨	٧,٧
٩٠	٨,٢	٩,٢	٩,٧	٩,٧	٩	١٠,١	٨,٢	٧,٤	٦,٤	٦,٨	٦,٥	٦,٣	٨,١
٩١	٧,٤	٨,٨	٨,١	٩	١٠,٣	٩,٣	٨	٧,٢	٦,٩	٧,٢	٥,٥	٨,٤	٨,٠
٩٢	٨,٦	٨,٦	٨,٨	٧,٦	٩	٩,٦	٩,٢	٧,٤	٦,٣	٦	٦,٧	٨,١	٨,٠
٩٣	٧,٤	٨,٤	٩,٨	٧,٥	٩,٣	٩,١	٧,٤	٧	٥,٦	٥,١	٧,٣	٦,٣	٧,٦
٩٤	٦,٧	٨,٧	٨,٥	٧,١	٩,٧	١٠,٥	٩,٨	٧,٣	٧,١	٦	٨,٢	١٢,٥	٨,٥
المتوسط السنوي	٨,٤	٩,٠	٩,١	٨,٩	٩,٥	١٠,٤	٨,٣	٨,٢	٦,٧	٧,٥	٧,٨	٨,١	٨,٤

تابع جدول رقم (٤-٣)
المتوسطات اليومية والشهرية والسوية لسرعة الرياح في موقع رصد الدوحة
عقدة/ الساعة (١٩٧٤-١٩٤٤)

المتوسط السنوي	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٠	٧,١	١,٩	٧,٢	٧,١	٢,١	٢,٧	٢,٥	٢,٨	١,٧	١,٤	١,٤	٢	٧,٤
٨١	٧,٤	١,٧	٧,٤	٧,٧	٢,١	٢,٣	٢,٧	٢,٥	١	١	١,٤	١,٤	٧,٣
٨٢	٧,١	٢,٨	٢,١	٧,٤	٢,٧	٢,٣	٢,٧	٢,١	١,٤	١,٤	١,٤	٢	٧,٤
٨٣	٧,١	٧,٤	٢,١	١,٩	٢,٧	٤,٦	٢,٩	٢,٧	٢,٤	١,٩	١,٤	١,١	٧,٥
٨٤	١,٢	٧,٧	٧,٤	٧,٣	٢,٣	٤,١	٢,٩	٢,٨	١,٨	١,٦	١,٦	١,١	٧,١
٨٥	٢,٣	٧,٤	٧,٧	٢	٢,٩	٤,١	٤,٨	٤,١	١,٥	١,٦	١,٦	١,٥	٧,٢
٨٦	١,١	١	٢,٣	٢,٣	٢,٩	٢,٣	٢,٣	٢	١,٨	١,٦	٢	١,١	٧,٢
٨٧	٢	٢,٣	٢,٥	٧,٥	٢,٣	٢,٣	٢,٣	٢,٣	٢	٢	٢	٢	٧,٣
٨٨	٧,١	٢,٣	٢,٧	٢,٣	٢,٧	٢,٧	٢,٣	٢,١	٢	١,٦	١,٦	٢	٧,٢
٨٩	٧,٣	٧,١	١,٨	٢	٢,٩	٢,٧	٢,١	٢,١	٢	١,٦	١,٦	١,٨	٧,٢
٩٠	٢	٧,٣	٧,٥	٧,٩	٢,٩	٢,٧	٢,١	٢,٧	٢,٣	١,٨	١,٦	٢	٧,١
٩١	٧,١	٧,٧	٧,٧	٧,٥	٤,٣	٢,٩	٢,٣	٢,٥	٢,٧	١,٣	١,٣	١,٧	٢,٠
٩٢	٢,١	٢,٥	٢,٣	٧,٩	٢,٥	٤,٣	٤,١	٢,٩	٧,٥	١,١	١,١	١,٥	٢,١
١٣ سنة	٧,٢	٢,٤	٢,٥	٢,١	٢,٠	٢,٦	٢,٨	٢,٧	١,٩	١,٤	١,٨	١,١	٧,٤

جدول رقم (٤-٤)
فئات معدل سرعة الرياح (عقدة/ الساعة) واتجاهاتها
في موقع رصد الدوحة

فئات السرعة الاتجاه	أقل من ٥	٥ - ١٠	١٠ - ١٥	أكثر من ١٥
للشمال	٤,٩	٣,٦	٣,٤	٣,٣
شمال شرقي	٤,١	٧,٩	٣,٨	٠,١
شرق	٢	٣,٧	١	٠,١
جنوب شرقي	٣,١	٥,٣	٢,٥	٠,٤
جنوب	١,٣	٠,٨	٠,٣	٠,١
جنوب غربي	٤	١,٩	٠,٢	٠
غرب	٤	٢,٩	٠,٥	٠
شمال غربي	٥,٧	١٣,٢	١٠,٥	٤,٩

نفرض أن كل ١% = ٣ ملم وعليه يتم توزيع ورسم نموذج لوردة رياح مركبة.



في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٧٦-١٩٩٤)

17. —

تابع جدول رقم (٤-٥)
المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر
في موقع رصد روضة الفرس للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢)

المتوسط اليومي	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
٨٢	٢٠,٨	٢٠,١	٢٠,١	١٨	١٢,٩	١٤,٩	١٥,١	٨,٨	٦,٨	٤,٣	٢,٩	٢,٩	٨,١
٨٣	٢٠,٩	٢٠,١	٢٠,١	١٨,٩	١٤,١	١٧,٩	١٣,٤	١١,٣	٧	٤,٣	٤,٣	٤,٣	٩,٥
٨٤	٤,٣	٤,٣	٤,٣	١٧,٤	١٤,٥	١٧,٤	١٢,٩	٩,٨	٨,٣	٥,٢	٤,١	٤,١	١٠,٣
٨٥	٤,٣	٤,٣	٤,٣	١٨	١٢,٣	١٩,٤	١٢,٩	٩,٨	٨,٣	٥,٢	٤,٦	٤,٦	١٠,٥
٨٦	٤	٤,٨	٤,٨	١٩,٥	١٥,١	١٩,٥	١٠,٧	٩,٥	٨,٣	٦,٥	٤,٦	٤,٦	٩,١
٨٧	٤,٣	٤,٤	٧,٣	١٧,٧	١٢,٣	١٩,٤	١٤,٨	١١,٥	٨,٣	٥,٢	٤,٦	٤,٦	١٠,١
٨٨	٤	٤,٣	٨	١٨,٤	١٦,٧	١٤	١٤	١٠,٥	٨,٥	٦,١	٤,١	٤,١	٩,٩
٨٩	٤,٥	٥,١	٧	١٩,٤	١٥,٣	١٢,٥	١٢,٩	١٠,٧	٨,١	٥,٩	٢,٥	٢,٥	٩,٤
٩٠	٣,٨	٤,٨	٧,٧	١٩,٧	١٥,٣	١٦,١	١٤,٥	١٢	٨,٣	٥,٥	٤,٣	٤,٣	١٠,٠
٩١	٣,٦	٥	٥,٦	١٢,٤	١٠,٨	١١,٢	٩	٨	٦,٣	٤,٨	٤	٤	٨,٠
٩٢	٤	٤,١	٩,١	١٦,٩	١١,٩	١٤,١	١١,٩	٩,١	٦,٥	٤,٢	٢,٧	٢,٧	٨,٣
المتوسط السنوي	٢٠,٩	٢٠,١	٢٠,١	١٨	١٢,٩	١٤,٩	١٥,١	٨,٨	٦,٨	٤,٣	٢,٩	٢,٩	٩,٥

تابع جدول رقم (٤-٥)
المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لكمية التبخر
في موقع رصد العظورية للفترة (١٩٨٢-١٩٩٢)

المتوسط اليومي	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
١.٥	٢.١	٤.٤	٥.٢	٧.٤	١٠.١	١٠.٨	١١.٥	٩.٨	٨	٤.٤	٢.٩	٢.٤	٨.٠
١.٤	٢.٥	٢.٨	٤.٧	٦.٢	٩.٣	١٠.٩	١١.٢	١٠	٧	٤.٨	٢.٣	٢.٤	٨.١
١.٤	٢	٢.٧	٥	٦.٩	١٠.٦	١١.٣	١٢.٣	٩.٥	٦.٥	٢.٩	٢.٤	٢.١	٨.٢
١.٢	٢.٢	٢.٩	٥.٢	٧.٤	٩	١١.٨	١٢	٩.٥	٥.٤	٢.٧	٢.٤	٢	٨.٣
٧.٠	٢.٩	٢.٨	٥.٨	٧	١١.٨	١١.٢	١٢.٣	١٠.٢	٨.٤	٥.٤	٢.٨	٢.١	٨.٤
٧.٠	٢.٥	٢.٩	٥.٩	٧.٩	٨.٩	١٢.٥	١١.٥	١٠.٨	٧.٣	٥.٥	٤.١	٢.١	٨.٥
٦.٧	٢.٧	٤.٧	٦.٢	٨	٩.٢	١٠	١٢	١٠.٨	٦.٣	٤.٧	٣	٢.٢	٨.٦
٦.٥	٢.٩	٤.١	٦.٥	٨.٢	٩.٥	٨.٦	٩.٨	١٠.٢	٧.٢	٥.٥	٢.٤	٢.٤	٨.٧
٦.٨	٢.٦	٢.٨	٥.٤	٨	٩.١	١٠.٢	١٢	١١.٢	٨	٥.٤	٢.٣	٢.٨	٨.٨
٦.١	٢.٤	٢.٦	٥.٨	٧.٢	٧.٥	١٠.٩	١٠.٩	١٠.١	٦.٦	٤.٩	٢.٣	٢.٧	٨.٩
٦.٥	٢.٧	٢.٨	٥.٤	٨.١	١٠.٣	١١.١	١٠.٧	١٠.٢	٧	٤.٨	٢.٥	١.٨	٩.٠
٦.١	٢.٢	٤.١	٥.٤	٧.٢	٧.٩	٩.٤	١٠.٣	١٠	٧.٨	٢.٤	٢.١	٢.١	٩.١
٦.٦	٢.٩	٢.٨	٥.٧	٧.٥	٩.١	١٢	١٢	٩.٢	٧	٤.١	٢.٦	٢.٤	٩.٢
٦.٥	٢.١	٢.٧	٦.٥	٧.٥	٩.٤	١٠.٦	١١.٥	١٠.١	٧.١	٤.١	٢.١	٢.٤	٩.٣

في موقع رصد أبو مسرة للفترة (١٩٨٠-١٩٩٢)

[illegible]

جدول رقم (٤-٦)
درجات التغير في الاتجاهات العامة لعدد أيام حدوث سحائب المزن الركامي
الفصلية في موقع رصد الدوحة للفترة (١٩٨١ - ١٩٩٤)

السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	البيان	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
١٩٨١	١٠	٤	١	٩	المتوسط	٥,٣٥٧	٢,٢١٤	٧,٠٧١	٥,٥
١٩٨٢	٣	١٣	٠	١٦	الانحراف المعياري	٤,٣٦٩	٢,٥٩٦٦	٣,٥٧٥٦	٤,٥٩٤٦
١٩٨٣	٣	١٣	٢	٠	الخطأ المعياري	١,٢١٢	٠,٧٢٠	٠,٩٩٢	١,٢٧٤
١٩٨٤	٠	٣	١	١	معدل التغير	28٤,٦٤	2١٢١,٦٨	2٥٢,٤٧	28٩,٦٩
١٩٨٥	٢	١	٠	١	درجة التغير	٠,٠٢٠ -	٠,١٦٠ +	٠,٠٠٧ -	٠,٣٤٥ +
١٩٨٦	٢	١٠	٩	٦					
١٩٨٧	٠	٥	١	٤					
١٩٨٨	١١	٦	٥	٣					
١٩٨٩	٥	١٠	٠	٤					
١٩٩٠	٧	٣	٠	٥					
١٩٩١	١١	٦	٠	٤					
١٩٩٢	١٤	٨	٤	٨					
١٩٩٣	٩	٨	٣	٢					
١٩٩٤	٠	٩	٥	١٢					
المجموع	٧٧	٩٩	٣١	٧٥					
المتوسط	٥,٥	٧,١	٢,٧	٥,٤					

جدول رقم (٤-٧)
مجموع الأمطار ومعدلاتها السنوية العامة في مواقع
الرصد المعتمدة للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)

سنوات الرصد	٧٢/٧١	٧٣/٧٢	٧٤/٧٣	٧٥/٧٤	٧٦/٧٥	٧٧/٧٦	٧٨/٧٧	٧٩/٧٨	٨٠/٧٩	٨١/٨٠	٨٢/٨١
اسم الموقع											
١ فرويد	٢٥,٨	١٠,٤	٢٩	٦٢	٢٠٥,٧	١٢٦,٤	٢٣	٣٦,٦	١١١,٦	٤٢,٤	٨٧,٢
٢ روضة قفوس	١٤٧	٢٤,٧	٥١	٦٥,٨	١٨٩,٢	١٧٧,٩	٢٣,٤	٧٢,٦	٩٩,٦	٤٤,٨	١١٤,٤
٣ الصغريات	(٧١,٤)	(١٦,١)	٢٩,٦	٣٩,٥	١١٩,٥	١٢٣,٢	٢٠,٨	٨٣,٦	٩٨,٩	٦١	١٠٣,٢
٤ النصرانية	٣٦,٧	٢٢	٦٠,٢	٨١,٦	٩٧,١	٩٢,٢	٢٨,٤	١٧,٦	٨٥	٢٩,٦	١١٧,١
٥ لم باب	١٦,٦	١٨,٤	٢٢,٥	٣٨,٣	٨٣,٧	٥٧	١٧,٨	٥٨,٦	٧٣,٦	٢٩,٢	١٠٠
٦ مطر ٣٢	٢٥	(٢٤,٣)	٢١,١	٤٠,١	١٢٠,٢	٨٢,٧	٢٧,٦	٤٩,٦	٦٨,٦	٣٦,٦	٩٢,٢
٧ دكا (بو محطة)	(٤٦,٨)	(٣٠,٦)	٤٨,٨	١٢٣,٥	١٢٨,٨	٨٧,٢	٢٩,٤	٤٢,٤	١٧,٨	٣٧,٩	٨٦,٨
٨ الجميلية	(٤٢,٨)	(١٧,٧)	(٤٠,٢)	(١٧,٨)	(١٢٠)	١٢٥,٤	٢٧,٤	٥٧	٢٧,٦	٨,٤	١٠٨,٣
٩ مسعود	٥٦,٢	٢٤	٦٢,٨	٧٣,٣	(١١٣)	٧٧	٢٣,٨	٥٩,٢	٦٦	٣٧	٨٧,٦
١٠ الكرعانة	٤٨,٤	٤١	٥٢,٩	٨١,١	١١١,٦	٩٢,٦	٣٣,٤	٩٠,٨	٦١,٨	٢٨,٦	٩٢,٨
١١ الخرافة	٢١,١	١٥,٦	٨٢	٥٣,٧	١١٦,٥	٥٤,٤	٢٢,٢	٣٩,٢	٥٩,٢	٣٥,٨	١٠٦,٨
١٢ العنصرية	٤٥	٢٠,٦	٩٢,٢	٧٠,٤	١١٧,٢	٥٧	١٧,٨	٢٧,٦	٦٤,٦	(٣٤,٥)	٩٢,٤
١٣ كركينا	٢٨,٦	١٨	١٠٠	٤٢,٥	١٣٧,٧	٥٩,٦	٢٤,٦	١٩,٦	٥٣,٩	٢٢,٦	١٣٠,٤
١٤ أبو سمره	(٤١)	(٢٤,٥)	(٣٧,٢)	(٥٩,٨)	١١٤,٥	٢٦,٨	٢٠,٢	٣٢,٤	٥٤,٤	٢٥	١٢٥,٨
١٥ سونقيل	(٣١,٦)	(١٦,٥)	(٨٣,٧)	(٥٠,٤)	(١١٣,٦)	(٥٢,٢)	١٧,٨	١٩,٢	٦٩,٦	(٢٨,٣)	٨٦
١٦ وادي الواسعة	(٨٢,٦)	(٢٨,٧)	٣٧,٥	٧٠,٨	١٠٧,٤	٧٩	٤٨,٨	١١٦,٥	٩٠,٧	٤٣,٦	١٢٠,٤
١٧ لم سكة	٦٠,٩	٨,٦	٧٣,٧	٧٤,٢	٢٢١,٥	٩٦	٢٢,٢	٦٢,٨	٧٨,٣	٣٤,٩	١١٤,٨
١٨ الطلورية	(٥٨)	(٢٤,٧)	١٥,٩	٦٧,٣	(١١٨,١)	(١١٢,٣)	(٣٧,٦)	(١٧,٦)	(٧٣,٢)	(٢٩,١)	٩٩,٤
١٩ الحاجنة	٤٤,٢	٢١,٧	٥٠	٦٣,٣	١٩٤,٢	١٩٦,٤	٢٢	٥٢,٧	٩٧,٨	٥٧,٧	١١٣,٦
٢٠ لم الشخوط	(٧٧,١)	(٢١,٧)	٦٢,٣	٥٢,٤	١٠٦,٥	٧٨	٣٤,٩	٢٤,٣	٧٧,٤	٤٠,٥	١٠٢,٢
٢١ دحل	١٧,٨	١٣	٢٦,٥	١٩,١	١٢٤,١	٧٢,٥	١٤,٢	٧٦,١	٦٨,٦	٢٣,٥	١١٦
٢٢ لم الاماعي	(٤٨,٨)	(٢٩)	٤٩,٢	٥٩,٢	١١٩	٩٢,٢	٥٢,٣	٩٣,٧	٧٢,٢	٢٨,٣	١٢١,٥
٢٣ لم المواقع	(٣٢,٩)	(٢٧,٧)	٩٨,٩	١٠٧,٢	١٣٦,٢	٦٨,٦	٠١	٤٢,٥	٦٣,٦	٤٠,٧	١٢٢,٢
٢٤ السيلية	١٩,٨	٢٠,٦	٤٩,٤	٧٥,٥	١١٨,٧	١١٣,٤	٢٨,١	٢٩,٦	٧٥,٥	٣٤,٥	٩٨,٦
٢٥ الوكير	(٥٤,١)	(٢٧,٣)	٥٦,٧	٤٨,٧	١١٧	١٠٩,٤	٢٦,٤	٥٩,٨	٧٠,٦	٢٦,٤	١٠٧,٥
٢٦ مطار الدوحة	٧٦	٣١,١	٤٧,٨	٨٤,٦	١٤٦,٩	١١٣	٤٨,٢	٧٥,٦	٧٨	٣٤,٣	١٢٥,٨
المجموع الكلي	٦٧٤,١	٢٨٩,٧	١٢٢٠,١	١٤٩٤,١	٢٩٢٣,٧	٢٢٦٧,٩	٦٨٥,٨	١٣٤٩,٦	١٨٢٤,٩	٨١٣,٣	٢٨١٣
المتوسط السنوي	٤٤,٩٤	٢٠,٩٩٣	٥٣,٠٤٨	٦٤,٦٦١	١٢٣,٢٣	٩٤,٤٩٦	٢٧,٤٢٢	٥٣,٩٨٤	٧٣,٢٩٦	٣٥,٣٦١	١٠٨,١٩
عدد مواقع الرصد	١٥	١٤	٧٣	٧٣	٧٢	٧٤	٧٥	٧٥	٧٥	٧٣	٧٦

تابع جدول رقم (٤-٧)
مجموع الأمطار ومعدلاتها السنوية العامة في مواقع
الرصد المعتمدة للمواسم (٧٢/٧١ - ٩٢/٩١)

عدد محطات الرصد	المتوسط العام	المجموع لكل	٩٢/٩١	٩١/٩٠	٩٠/٨٩	٨٩/٨٨	٨٨/٨٧	٨٧/٨٦	٨٦/٨٥	٨٥/٨٤	٨٤/٨٣	٨٣/٨٢
٢١	٧٧,٥٦١٩	١٦٢٨,٨	١٠٨,٤	٧٠,٨	١٠٧,٢	٢٥,٦	١٥٨,٢	٩٠,١	٧٨,٨	١١,٦	٤٦,٤	١٧١,٦
٢١	٩٦,١٩٠٥	٢٠٢٠	٨٨,٢	٦٨,٨	١٢٨	٤٤,٤	١٧٤,٦	١٣٢,٨	٩٦,٨	١٢,٨	٤٢,٤	٢٢٥,٨
١٩	٧٩,٠١٥٨	١٥٠١,٣	٨٤,٥	٦٠,٤	١١٦,٨	٢٤,٢	١٤٤,٨	٨٤	٦٢,٨	١٤,٢	٣٩,٢	١٩١,١
٢١	٧٨,٢٢٢٨	١٦٤٤,٨	٦٤	٤٩,٦	١٤٦,٢	٢٠,٨	٢١٩	١٠٧,٤	٨٠,٨	١٨,٦	٢٩,٨	٢٤١
٢١	٦٠,٩٣٢٢	١٢٧٩,٦	٦١,٦	٢٣,٦	٩٨	٢٨,٤	١٠٣,٢	٨٨,٤	٦٦	٧,٢	٣٩,٤	٢٤٨,١
٢٠	٦٤,٩١٥	١٢٩٨,٣	٦٦,٨	٣٩	١١١,٢	٢٩	١٣٢,٨	١٠١,٢	٥٤,٢	١٥,٦	١٨	١٦٥,٨
١٩	٦٥,١٤٢١	١٢٥٢,٩	٣٠,٦	١٠	٨٠,٢	٢٨,٤	١٣٦,٦	٨٥,٦	٤٦	٢٤,٤	٢٧,٦	١٢١,٤
١٦	٧٩,١١٢٥	١٢٧٢,٨	٨٤,٢	٥٥	١٣٨,٨	٢٨,٨	١٦٥,٤	٩٢,٨	٧٦,٦	٥,٦	٤٢,٤	٢٢٠,١
٢٠	٥٩,٤٨٥	١١٨٩,٧	٤٨,٢	٣١,٢	٧٧,٤	٣٢,٦	١٤٨	٨٨,٨	٣٩,٨	١٥	٩,٤	١٣١,٤
٢١	٦٧,٦٩٥٢	١٤٢١,٦	٥٠,٤	١٩,٨	٤٥,٤	١٩	١٥١,٢	٩٦,٤	٧٥,٢	١٩,٨	٢٢,٦	١٧٦,٨
٢١	٥٩,٢٠٩٥	١٢٤٣,٤	٤٧,٤	٢٢	٢٢,٦	١٩	٢٠٥,٢	٨١,٢	١٩,٢	١٦,٨	١٨,٨	١٧٢,٢
٢٠	٧٠,٠١	١٤٠٠,٢	٧٥	٢٠,٢	٧٢,٨	٣٩,٨	٢٦٦,٢	٩٠,٢	٣٩,٤	١٦,٢	٨,٨	١٦٦,٨
٢١	٦٠,٩٦١٩	١٢٨٠,٢	٦٣,٨	٢٩,٦	٢٨,٦	١٣,٨	٢٠٧,٢	٧١,٢	٣٢,٤	١٣,٨	٩,٦	١٦٢,٢
١٧	٦١,٢٨٢٤	١٠٤١,٨	٧٩,٢	٢٩	٢٧,٦	٢٥,٤	٢١١,٢	٧٢,٤	٢٤,٦	١٧	١١,٨	١٢٤
١٤	٥٧,٤٩٢٩	٨٠٤,٩	٦٦	٢٤,٢	٥٥,٢	٢٦,٢	١٧٤,١	٤٤,٢	١٩,٢	١٩,٦	١٠,٨	١٧٢,٨
١٩	٨٧,٣٥٧٩	١٦٥٩,٨	٦٣	٥٢,٢	١٩٩	١٤,٤	٢٥٤,٨	١٠٥,٢	٥٥,٢	١٧,٦	٢٠,٨	١٦٢,٤
٢١	٨٥,٨٥٧١	١٨٠٣	١٢٣,٨	٦٢,٨	١١٣,٤	٤٢,٦	١٤٤,٦	٨٧,٤	٩٢	٢٤,٦	٣٧,٨	٢٢٥
١٣	٨٦,٠٠٧٧	١١١٨,١	٤٢	٥٢,٢	١٥٧,٤	٥١	١٦٧	١٠٤,٢	١٠٠,٩	٩,٦	٥١,٩	١٩٨,٨
٢١	٨٥,١١٩	١٧٨٧,٥	٦٩,٤	٧١,٤	١٣٤,٤	٣٢,٦	١٤١,٨	١٠٤,٨	١٠٧,٦	١٣	٢٥,٨	١٦٢,١
١٩	٧٨,٧٩٤٧	١٤٩٧,١	٧٧,٢	٦٥,٢	١٦٩,٤	٢٧,٤	١٧٠,٦	١١٣,٨	٩٨,٤	١٤,٨	٣٢,٦	١٤٩,٢
٢١	٧١,٤	١٤٩٩,٤	٧٥,٤	٤٥	١٦٢,٦	٣١,٨	١٨٨,٧	٩٢,٤	٨٨,٨	٤,٢	٤٢,٦	١٩٥,٥
١٩	٨٦,١٨٩٥	١٦٣٧,٦	٥٥,٤	٤٢	١٦٥	١٤,٢	٢٢١,٨	١٣٢,٨	٩٦,٢	٢٧,٦	٣١,٤	١٥٢,٦
١٩	٨٢,٢٥٧٩	١٥٦٢,٩	٧٢,٨	٢٠,٦	١٥٤,٦	١٧,٤	١٤١	١٤٣,٨	٩٩,٦	٢٣,٨	٢١,٨	١١٦,٦
٢١	٦٤,٨٠٩٥	١٣٦١	٦٩,٢	٢٨,٢	١٢٤	٢٢,٦	١٢٣,٤	٨٢,٨	٥٥,٨	٢٣,٨	٢٢	١٢٤,٥
١٩	٧٠,٦٢١١	١٣٤١,٨	٥٥,١	٣٢,٨	٩٠,٤	٥٠	١٦٢,٨	١٠١,٤	٦٥,٦	١١,٦	١٩,٦	١٣٠
٢١	٧٠,١٢٣٨	١٤٧٧,٦	٤٢,٥	٢٨,٨	٨٢	١٥,٥	١٥٢,٢	٨٨,٢	٥٧,٩	١٩,٤	٢٤,٥	٩٧,٢
		٣٧٠٢٢	١٧٦٥,١	١٠٥٥,٤	٢٨١٩,٢	٧٤٧,٦	٤٤٧٩	٢٤٨١	١٧٢٠,٢	٤١٨,٢	٧٢٧,٢	٤٤١٨
	٧٢,٢١		٦٧,٨٨٨	٤٠,٥٩٢	١٠٨,٤٢٠	٢٨,٧١٥	١٧٢,٢٧	١٥٠,٦١٥	٦٦,٥٥	١٦,٠٨٥	٢٧,٩٧٢	١٦٩,٩٢
٥٠٥			٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦	٢٦

جدول رقم (٤-٨)

كميات الأمطار الساقطة موزعة حسب المحطات وسنوات الرصد

[illegible]

جدول رقم (٤-٩)

أعوام البيانات المفقودة ومواقع الأدلة ورموزها من واقع جدول رقم (٤-٨)

الترتيب	رسم الموقع	اسماء مواقع البراز للمواد المخدرة	البيانات المفقودة (١٩٩٦-٢٠٠٤)										مواقع الأدلة	
			٢٠٠٤	٢٠٠٣	٢٠٠٢	٢٠٠١	٢٠٠٠	١٩٩٩	١٩٩٨	١٩٩٧	١٩٩٦	١٩٩٥	١	٢
٤	٢	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١	مسل ٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٧	مسل ٢٢	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٨	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١٢	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١٤	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١٥	مسل ٢٢	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١٦	مسل ٢٢	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	١٨	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٢٠	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٢٢	مسل ٢٢	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٢٣	مسل ٢٢	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢
٤	٢٥	المطهرات	٧٢٧٢١	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	٧٢٧٢٢	موقع الحكومة	٢

(١) يتم استخراج الأعمار السنوية المفقودة للموقع خلال (س) من السنوات كالتالي:

$$\text{كمية الأعمار السنوية في أي موقع رصد} = \frac{\text{الترسطة العام في الموقع ح}}{\text{الترسطة العام في الموقع د}} + \frac{\text{كمية الأعمار للموقع د نفس السنة}}{\text{الترسطة العام في الموقع ح}} \times \text{كمية الأعمار للموقع (د) نفس السنة}$$

$$+ \frac{\text{الترسطة العام في الموقع ح}}{\text{الترسطة العام في الموقع د}} \times \text{كمية الأعمار للموقع (د) لنفس السنة المفقودة، ثم يقرب الناتج في (١/٣)}$$

مصفوفة معاملات الارتباط للأمطار السنوية

— 179

ثانياً: جداول الفصل السادس - موارد المياه في قطر

جدول رقم (٦-١)

حساب المعدلات المطرية السنوية المعيارية وفق نظام خطوط المطر المتساوية
لشبه جزيرة قطر والقسمين الشمالي والجنوبي

الارتفاع فوق القنات في أمطار الشمال		مسجلة للأمطار في الدوحة	متوسط صق الأمطار			الموسم
			شبه جزيرة قطر	الجنوب	الشمال	
٢٧,٤ +	٧٦	١٤٢	٥٢,٢	٤٠,٩	٦٨,٣	٧٢ / ٧١
٥,١ -	٢١,١	٤١	٢٢,١	٢٥,٤	٢٠,٣	٧٣ / ٧٢
١٩,٩ -	٤٧,٨	١٠٠	٥٥,٨	٦٤,٧	٤٤,٨	٧٤ / ٧٣
٥,٩ -	٨٤,٦	١٢٣,٥	٦٢,٢	٦٥,٩	٦٠	٧٥ / ٧٤
٢٣ +	١٤٦,٩	٢٢١,٥	١٣٢,٨	١١٧,٤	١٥٠,٤	٧٦ / ٧٥
٤٥,٨ +	١١٣	١٩٦,٤	٩١,٤	٧١,٣	١١٧,١	٧٧ / ٧٦
٢,٦ +	٤٨	٥٢,٢	٢٩,٤	٢٧,٨	٢١,٤	٧٨ / ٧٧
١٧,١ +	٧٥,٦	١١٦,٥	٥٢,٧	٤٦,١	٦٣,٢	٧٩ / ٧٨
١٠,٣ +	٧٨	١١١,٦	٧١,٧	٦٦,٧	٧٧	٨٠ / ٧٩
١٣,٦ -	٢٤,٢	٦١	٤٢,٧	٤٩,٨	٣٦,٢	٨١ / ٨٠
١ +	١٢٥,٨	١٦٢,٢	١٠٨,٦	١٠٨,٢	١٠٩,٢	٨٢ / ٨١
٢٣,٢ +	٩٧,٧	٢٤٨,١	١٧٤,٥	١٦٠,٧	١٩٤	٨٣ / ٨٢
١٩ +	٢٤,٥	٥١,٩	٢٨,٧	٢٠,٣	٣٩,٣	٨٤ / ٨٣
٢,١ -	١٩,٤	٢٧,٦	١٣,٢	١٤,١	١٢	٨٥ / ٨٤
٤٠,٥ +	٥٧,٩	١٠٧,٦	٦٦,٤	٤٧,٥	٨٨	٨٦ / ٨٥
١٧,٥ +	٨٨,٧	١٤٢,٨	٩٣,٤	٨٥,٧	١٠٣,٢	٨٧ / ٨٦
٨,٤ +	١٥٢,٢	٢٦٦,٢	١٧٢,٧	١٧٠	١٧٨,٤	٨٨ / ٨٧
٦,٩ +	١٥,٥	٥١	٢٩,٢	٢٦	٣٢,٩	٨٩ / ٨٨
٦٥,٢ +	٨٢	١٩٩	١٠٦,٨	٧٧,٦	١٤٢,٩	٩٠ / ٨٩
٢٩,٩ +	٢٨,٨	٧١,٤	٤١,٥	٢٨,٤	٥٨,٢	٩١ / ٩٠
١٦,٥ +	٤٢,٥	١٢٣,٨	٦٩,٩	٥٨,٤	٧٤,٩	٩٢ / ٩١

جدول رقم (٦-٢)
حساب معدلات المطر من واقع خرائط خطوط المطر المتساوي
للفترة (٧١-٧٢ - ٩١-٩٢)

المنطقة البيسان الموسم	الشمال	الغربية	الغور	لم صلال	الجميلية	الريان	اللدوحة	الوكرة	جريان البطن
٧١ / ٧٢ ٦٥,٤٣	٧٥,٧٢	١٠٨,٨	٧٩,١٩	٤١,٠٩	٥٥,٢٨	٧٢,٦١	٤٩,٩٢	٣٧,٨٧	
٧٢ / ٧٣ ١٢,٢٧	١٢,٥٩	٢٩,٥٩	٣٠	١٦,١٣	٣٠	٣٠	٣٠	٢٢,٧٢	
٧٣ / ٧٤ ٥١,٩١	٤٣,٥٣	٥٠,٢٧	٣٥,٢١	٢٩,٧٣	٤١,٨	٥١,٣	٦٣,١٢	٧٩,٤٢	
٧٤ / ٧٥ ٦٨,١١	٥٥,٢٥	٥٩,١٢	٦٥,٧٧	٥٣,٩٥	٦٩,٣٧	٩٣,١٥	٧٢,٨٢	٧٣,٥٨	
٧٥ / ٧٦ ٢٠٨,٥٧	١٦٧,٨٦	١٤٩,٢٨	١١٣,٧	١٤٢,٢٤	١١٩,٢٣	١٣٥,١٣	١٢١,٥٤	١٢٢,٠١	
٧٦ / ٧٧ ١٥٩,٨٣	١٥٦,٧٩	١٢٢,٤٩	٨٦,٣٣	٨٨,٢١	٩٧,٤٣	١٠٦,٥	٨٥,٢٨	٥٣,٦٧	
٧٧ / ٧٨ ٢٢,٦٥	٢٢,٠٧	٣٦,٧٨	٤٧,٠٣	٢٧,٩٣	٤٣,٣	٤٤,١	٢٥,١٥	٢٤,٤٧	
٧٨ / ٧٩ ٤٥,٣٥	٦٤,٨٢	٤٣,٣٨	٩٨,٨٣	٥٩,١٢	٦٨,٢٦	٦٦,٨٧	٥٤,٧٥	٤٧,٥١	
٧٩ / ٨٠ ٨٠,٩٨	٨٩,٣٣	٨٠,٢٥	٨٥,٣٥	٦٩,١٥	٧٢,١٨	٧٩	٦٣,٨٨	٦٢,٣٧	
٨٠ / ٨١ ٣٩,١٦	٤٤,٧٣	٣٨,٦٢	٣٧,٥٢	٢٨,٧	٢٨,٧	٣٥,١٥	٣١,٦	٣١,٠٣	
٨١ / ٨٢ ١٠٠,١٧	١١٠,٣	١٠٨,٣	١١٧,٦٣	١٠٠,١١	١١٣,٦٣	١١٨,٨٥	١٠٩,٤٥	١١٦,٧٣	
٨٢ / ٨٣ ٩٩,٣٢	٩٩,٦٧	١٧٦,٨٤	١٦٧,٤٧	٢١٧,٩٣	١٧٢,٨٥	١٠٥,٩	١٣٠,٣٥	١٦١,٢٧	
٨٣ / ٨٤ ٤١,٤	٣٩,٣٥	٣٨,٣٣	٣٠,٤	٤١,٠٨	٤١,١	٢٧,١٦	١٦,٢٣	١٨,٩٦	
٨٤ / ٨٥ ١٨,٧٣	١٥	١٢,٥٣	١٨,٨	١١,٦	١٩,٠٧	١٩,٧	١٥,٥٣	١٨,٤٣	
٨٥ / ٨٦ ٩٠,٢٧	٨٩,٤٤	٩٢,٨	٦٥,٠٧	٨٧,٨٥	٩٤,٢٨	٥٨,٩٥	٥١,٣٥	٥٠,٤٩	
٨٦ / ٨٧ ٩٢,٥	١٠٨,٣٢	١١٨,٢	١١٠,١٣	١٠٣,٠٥	١١٩,١٧	٩٤,٣٥	٩٢,٥٥	٩٣,٦٨	
٨٧ / ٨٨ ١٥٤,٢٧	١٥٥,٣	١٧٦,٣	٢٢٨,٧	١٨٦,٦٨	١٩٩,٥٦	١٦٤,٤٣	١٥٢,٧	١٩٥,٣٥	
٨٨ / ٨٩ ٣٨,٣٦	٣٦,٨٣	٢٩,١٣	١٧,٢	٣٩,٢٨	٣١,٣	١٧,٧٥	٣٥,٩	٢٥,٦٥	
٨٩ / ٩٠ ١١٣,٥٣	١٢٧,٨٤	١٦٢,٣٥	١٧٩,٦٧	١٥٠,٨٣	١٦٠,٨	١٢٢,٣٨	٧٨,٥٦	٧٣,٥٨	
٩٠ / ٩١ ٧٠,٩١	٧٠	٧٠	٥٠	٥٠	٥٠	٣٠	٣٠	٢٦,٥٢	
٩١ / ٩٢ ١١٢,٤٤	٨٨,٨٧	٧١,٨	٥٧,٦٧	٦٨,٤	٤٩,١٣	٤٦,٧٥	٤٦,٧٨	٥٨,٧٧	

جدول رقم (٦-٣)

تقدير حجم التساقط موزعة على أقسام قطر وشبه الجزيرة
بطريقة خطوط المطر المتساوي للفترة (٧١/٧٢ - ٩٢/٩١)

شبه جزيرة قطر	مجموع التسمين	الجزري	التسم	التسم الشفلي	محل	اليوم	المنطقة
حجم		حجم	محل	حجم	محل	اليوم	
٦٢٦,٧٥٠,٠٠٠	٦٠٧,٤١٧,٣٤٠	٢٩١,٣٤٤,٨١٠	٤٠,٩	٣١٦,١١٧,٥٣٠	٦٨,٣	٧٢ / ٧١	
٢٧١,٤٢٥,٠٠٠	٢٧٤,١٢٩,٥٠٠	١٨٠,١٥٨,٧٧٠	٢٥,٣	٩٣,٩٧٠,٧٣٠	٢٠,٣	٧٣ / ٧٢	
٦٥٥,٦٥٠,٠٠٠	٦٦٨,١٠٥,٩١٠	٤٦٠,٧٢٢,٣٣٠	٦٤,٧	٢٠٧,٣٨٣,٦٨٠	٤٤,٨	٧٤ / ٧٣	
٧٤٣,٧٧٥,٠٠٠	٧٤٧,٠١٣,٣١٠	٤٦٩,٣٦٧,٣١٠	٦٥,٩	٢٧٧,٧٤٦,٠٠٠	٦٠,٧٥	٧٤ / ٧٤	
١٥٦,٤٠٠,٠٠٠	١٥٣٢,٢١٠,٣٠٠	٨٣٥,٩٩٣,٦٦٠	١١٧,٤	٦٩٦,٢١٦,٦٤٠	١٥٠,٤	٧٦ / ٧٥	
١٠٧٣,٩٥٠,٠٠٠	١٠٤٩,٧٨٧,٧٨٠	٥٠٧,٧٢٠,١٧٠	٧١,٣	٥٤٢,٠٦٧,٦١٠	١١٧,١	٧٧ / ٧٦	
٣٤٥,٤٥٠,٠٠٠	٣٤٣,٣١٤,٧٦٠	١٩٧,٩٦١,٠٢٠	٢٧,٨	١٤٥,٣٥٣,٧٤٠	٣١,٤	٧٨ / ٧٧	
٦٣٠,٩٧٥,٠٠٠	٦٢٠,٨٣٢,٦١٠	٣٢٨,٢٧٣,٤٩٠	٤٦,١	٢٩٢,٥٥٩,١٢٠	٦٣,٢	٧٩ / ٧٨	
٨٤٢,٤٧٥,٠٠٠	٨٣١,٤٠٤,٧٣٠	٤٧٤,٩٦٤,٠٣٠	٦٦,٧	٣٥٦,٤٤٠,٧٠٠	٧٧,٨٠	٧٩ / ٧٩	
٥١٣,٤٧٥,٠٠٠	٥٢٢,١٩٤,٢٤٠	٣٥٤,٦٢٠,٨٢٠	٤٩,٧	١١٧,٥٧٣,٤٢٠	٣٦,٢	٨١ / ٨٠	
١٢٧٦,٥٠٠,٠٠٠	١٢٧٥,٩٧٩,١٠٠	٧٧٠,٤٨١,٣٨٠	١٠٨,٢	٥٠٥,٤٩٧,٧٢٠	١٠٩,٢	٨٢ / ٨١	
٢٠٥٠,٣٧٥,٠٠٠	٢٠٤٢,٣٧٤,٥٣٠	١١١٠,٨٢٢,٣٥٩	١٦٠,٧	٩٣٨,٤٩٤,٧٨٨	١٩٤	٨٣ / ٨٢	
٣٣٧,٢٢٥,٠٠٠	٣٢٦,٤٧٧,٩٠٠	١٤٤,٥٥٤,٢٧٠	٢٠,٣	١٨١,٩٢٣,٦٣٠	٣٩,٣	٨٤ / ٨٣	
١٥٥,١٠٠,٠٠٠	١٥٥,٩٥٣,٨٩٠	١٠٠,٤٠٤,٦٩٠	١٤,١	٥٥,٥٤٩,٢٠٠	١٢	٨٥ / ٨٤	
٧٨٠,٢٠٠,٠٠٠	٧٤٥,٦٠٣,٥٥٠	٣٢٨,٧٤٢,٧٥٠	٤٧,٥	٤٠٧,٣٦٠,٨٠٠	٨٨	٨٦ / ٨٥	
١٠٩٧,٤٥٠,٠٠٠	١٠٨٧,٩٨٤,٢٥٠	٦١٠,٢٦١,١٣٠	٨٥,٧	٤٧٧,٧٢٣,١٢٠	١٠٣,٢	٨٧ / ٨٦	
٢٠٤٠,٩٧٥,٠٠٠	٢٠٣٦,٣٨٤,٤٤٠	١١٧٥,١٠٧,٦٦٠	١٧٠	٨٦٣,٠٢٨,١٩٧	١٧٨,٤	٨٨ / ٨٧	
٣٤٣,١٠٠,٠٠٠	٣٣٧,٤٤٠,٧٩٠	١٨٥,١٤٣,٤٠٠	٢٦	١٥٢,٢٩٧,٣٩٠	٣٢,٩	٨٩ / ٨٨	
١٧٥٤,٩٠٠,٠٠٠	١٧١٤,٠٨٠,٢٣٠	٥٥٢,٥٨١,٨٤٠	٧٧,٦	٦٦١,٤٩٨,٣٩٠	١٤٢,٩	٩٠ / ٨٩	
٤٨٧,٦٧٥,٠٠٠	٤٧٢,١١٠,٠٩٠	٢٠٢,٣٣٣,٥٦٠	٢٨,٤	٢٦٩,٨٧٦,٥٣٠	٥٨,٣	٩١ / ٩٠	
٨٢١,٣٢٥,٠٠٠	٧٦٢,٥٨٠,١٥٠	٤١٥,٨٦٠,٥٦٠	٥٨,٤	٣٤٦,٧١٩,٥٩٠	٧٤,٩	٩٢ / ٩١	
	٢١٣٥٥,١٢٧,٤٤٤	١٣١٢٢,٤٩٦,٣٦٠		٨٢٣٢,٦٣١,			المجموع

جدول رقم (٤-٦)

كميات المياه الجوفية المستخرجة لأغراض الزراعة
للفترة (٧١/٧٢-٩١/٩٢) موزعة حسب المناطق

[illegible]

تابع جدول رقم (٦-٤)
كميات المياه الجوفية المستخرجة لأغراض الزراعة
للفترة (٧١/٧٢-٩١/٩٢) موزعة حسب المناطق

محافظة	٩٢/٩١	٩١/٩٠	٩٠/٨٩	٨٩/٨٨	٨٨/٨٧	٨٧/٨٦	٨٦/٨٥	٨٥/٨٤
الاسم	الكمية	الكمية	الكمية	الكمية	الكمية	الكمية	الكمية	الكمية
٧١/٥	١٥٠,٢٦١	١٢,٨٦	١١,٥٨	١١,٢٣	١٠,٨٨١	١٠,٤٤	٩,٤٩	٨,٨
٨,٨٧	١٨٦,١٧	١٥,١٥	١٤,٣١	١٤,٠٤	١٣,٤٠	١٢,٥٥	١١,٧٧	١٠,٦١
١١,٠٢	٣٣١,٣٨	٢٨,٨١	٢٥,٩٤	٢٥,٢٦	٢٤,٦١	٢٣,٢٦	٢١,٢٦	١٩,٢٢
٤,١٤	٨٦,٨٤	٧,٤٨	٦,٧١	٦,٥٢	٦,٢٢	٦,٠٥	٥,٥	٤,٩
٥,١٢	١٠٧,٧٢	٩,٧٢	٨,٠٩	٧,٧٢	٧,٥	٧,٥	٦,٨٢	٦,١
٩,٢٦	١٩٤,٥٢	١٦,٥٢	١٤,٦١	١٣,٩١	١٣,٥٥	١٣,٢٢	١٢,٢٢	١١,١
٩,٥٠	١٩٩,٤٢	١٧,٦١	١٥,٤٦	١٥,٢٢	١٤,٢٧	١٣,٨٥	١٢,٦١	١١,٤
١١,٧٨	٢٤٧,٢	٢١,٢٢	١٨,٦٢	١٧,٨١	١٧,١٨	١٦,٦١	١٥,٦٢	١٤,١
٢١,٢٧	٤٤٦,٢٢	٣٨,٢٢	٣٦,٦١	٣٦,٦١	٣٦,٦١	٣٦,٦١	٣٦,٦١	٣٦,٦١
٥,٢٧	١٠٥,٢٢	٨,٩٤	٨,١	٧,٨٤	٧,٤٨	٧,٢٦	٦,١	٦,٠٨
٦,١٦	١٢٩,٢٦	١١,٠٩	١٠,٠٤	٩,٧٢	٩,٧٢	٩,٧٢	٩,٧٢	٩,٧٢
١١,١٨	٢٢٤,٦٩	٢٠,٠٢	١٨,٦٢	١٧,٥٧	١٦,٧٥	١٦,٢٦	١٤,٧٨	١٣,٦٢
٢,٢٢	١٩,٢	٥,٩١	٥,٢٥	٥,٢٦	٤,٨٨	٤,٤	٤,١١	٣,٩
٤,٠٩	٨٥,٨١	٧,٢٦	٦,٦٢	٦,١٥	٦,١٨	٥,٤٥	٥,٠٩	٤,٩
٧,٢٦	١٥٥,٠١	١٢,٢٢	١١,٩٩	١١,٦٦	١١,٦٦	١١,٦٦	١٠,٧٥	٩,٨٥
٨,٠٨	١٢٩,٦٤	١٤,٥١	١٢,٦٢	١٢,٧٥	١٢,٢	١١,٨	١٠,٧٤	٩,٧٢
١٠,٠٢	٢١٠,٤	١٨	١٦,٦٧	١٥,٨١	١٥,١٢	١٤,٦٢	١٣,٢٦	١٢,٢٦
١٨,١٠	٣٨٠,٠٤	٣٦,٥١	٣٤,٦٩	٣٤,٥١	٣٤,٢٢	٣٤,٢٢	٣٤,٠٥	٣١,٢٥
١,٦٨	٣٥,٢٧	٢,٠٤	٢,٧٥	٢,٦٨	٢,٥٢	٢,٤٢	٢,٢٦	٢,٠٥
٢,٠٩	٤٢,٨٧	٢,٧٧	٢,٤١	٢,٢٢	٢,١٤	٢,٠٦	١,٩٧	١,٥٥
٢,٧٧	٧٩,٢٤	٦,٨١	٦,٦٦	٦,٦٦	٦,٦٦	٦,٦٦	٦,٦٦	٦,٦٦
٦,٢٦	١٦,٦٦	١,٦٦	١,٦٦	١,٦٦	١,٦٦	١,٦٦	١,٦٦	١,٦٦
١,٥٤	٣٦,٦٩	٢,٧٧	٢,٥	٢,٤١	٢,٢٢	٢,٠٦	١,٨٦	١,٨
٢,٧٨	٥٨,٢٥	٥,١١	٤,٥٢	٤,٢٥	٤,١٩	٤,١٩	٤,١٩	٤,١٩
٢,٧٤	٥٧,٥١	٤,٢٦	٤,٢٢	٤,٢٢	٤,٢٢	٤,٢٢	٤,٢٢	٤,٢٢
٢,٢٦	٧٦,٢٩	٦,٠٩	٥,٥	٥,٢٦	٥,٠٩	٤,٩٥	٤,٨٤	٤,٠
٦,١٢	١٢٨,٨	١١	٩,٩٢	٩,٦٨	٩,٦٨	٩,٦٨	٩,٦٨	٩,٦٨
٤,٢٦	٨٩٩,٥٩	٧٧	٦٩,٥٢	٦٧,٦٦	٦٤,٥٧	٦٢,٤٢	٥٩,٨١	٥٧,٥٥
٥,٢٠٦	١١٦٤,٦٨	٩٥,٤٨	٨٦,٦٢	٨٢,٨٤	٨٠,٠٧	٧٧,٢٦	٧٠,٥٢	٦٣,٩
١٥,٨٩	٢٠٢,٢٧	١٧٣,٤٨	١٥٥,٧٤	١٥١,٤٥	١٤٤,٦٦	١٣٩,٨١	١٣٧,٢٦	١٣٥,٥
		١٦,٢٥	٤,٦٨	٦,٨١	٤,٨٢	١٢,٤	٩,٦٩	٦,٦٤
								٧,٥

ثالثاً: تعريب المصطلحات العلمية التي وردت في فصول الكتاب

تعريب المصطلحات العلمية التي وردت ضمن فصول الكتاب مرتبة هجائياً

المصطلح	التعريب	الفصل	م
(A)			
Abarouq Member	عضو أبروق الجيري	٣، ٢	١
Acacia Tortilis Community Type	مجموعة نباتات السمر	٥	٢
Accruing	مصدرها (لها علاقة)	٦	٣
Across	عبر (بعرض)	٦	٤
Adiabatic Cooling	عملية تبريد ذاتي	٤	٥
Advection	حركة الهواء الأفقية (نافق)	٣	٦
Aeolian Sand Deposits	رواسب رملية هوائية	٢	٧
Aeolian Sandy Soil	تربة رملية هوائية	٥	٨
Aggradation	تسوية بالإرساب (بناء بالتطمي)	٣	٩
Aggregations	مناطق تجمع المياه	٦	١٠
Akle	كتبان عرضية متموجة (عكل)	٣	١١
Al-Bussayir Formation	تكوينات البصير	٢	١٢
Alkalinity	القلوية	٦	١٣
Alluvial Gravels	جراول طمية (غرينية)	٢	١٤
Along	على طول	٦	١٥
Altered	تغيرت وتطورت	٦	١٦
Al-Urayq Sub-Area	منطقة العريق (العرايخ)	١	١٧
Angular	ذرات خشنة	٥	١٨
Anhydrite	انهيدرايت (كبريتات الكالسيوم اللامائية)	٢	١٩
Annual	حولية	٥	٢٠
Anual Plants	نباتات حولية	٥	٢١
Anomalous	غير مألوف	٦	٢٢
Anthraquinones	مادة الأنثراكينونات يحتويها العشرق	٥	٢٣
Anticline	حذبة (قبوة)	٢	٢٤
Anticlinal Pitch	ذروة التحدب (التقيب)	٦	٢٥
Anticline & Syncline Flexures (Folds)	طيات محدبة ومقعرة	٢	٢٦
Apparent Resistivity	مقاومة ظاهرة (فعلية)	٦	٢٧
Aquiclude	طبقة كتيمة حازنة للماء	٦	٢٨
Aquifers (Aquaifers)	طبقات خازنة للمياه الجوفية	٦	٢٩
Aquifuge	طبقة كتيمة طاردة للماء	٦	٣٠
Aquitard Conditions	طروف الإعاقة المميزة لبعض الطبقات	٦	٣١
Aqueous Solutions	محاليل مائية	٦	٣٢
Arabian Shelf	الرفرف العربي	٢	٣٣

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Arabian Shield	الدرع العربي	٢	٣٤
Aragonite	كربونات الكالسيوم على هيئة بلورات	٢	٣٥
Aragonitic Mud	رواسب الطين الأراغونيتي	٢	٣٦
Arch	قوس (قنطرة)	٢	٣٧
A Region of Shallows	إقليم من المخاضات	٢	٣٨
Artesian Head	جسم (كتلة) المياه الإرتوازية	٦	٣٩
Ascent and Rising Air	صعود الهواء المتجمع إلى أعلى	٤	٤٠
A Surface of Accumulations	مستويات (سطوح) الترسيب البحري	٢	٤١
A Surface of Marine Abrasion	سطح تمحات بحري (انسحاج بحري)	٢	٤٢
Assemblages	مجموعات	٣	٤٣
Atmospher	وحدة الجو	٤	٤٤
Automatic Well Recorders	آبار بأجهزة تسجيل آلي	٦	٤٥
Available Relief	تضاريس متاحة	١	٤٦
Azonal	تربة لا قطبية (لا نطاقية)	٥	٤٧
(B)			
Bad Drainage	تصريف رديء	٥	٤٨
Bad Lands	أراضي وعرة (ردئية)	١	٤٩
Bands	أحزمة (حيود شريطية)	٢	٥٠
Barchan Dunes	كشبان هلالية	٣	٥١
Barchanoid	برخانوية الشكل (هلالية)	٣	٥٢
Beaufort	مقياس بيوفورت لسرعة الرياح	٤	٥٣
Bed	سرير (قاع) أو طبقة صخرية	١	٥٤
Bedding Planes	سطوح انفصال طباقية	٦	٥٥
Bell-Shaped Curve	منحنى ناقوسي الشكل	٤	٥٦
Biological	عضوي	٥	٥٧
Biological Activity	العامل البيولوجي (النشاط)	٥	٥٨
Biotic	أحيائي	٥	٥٩
Boulders	جلاميد صخرية	٣، ٢	٦٠
Brackish	ماء أجاج (ملح، حراق، رعان)	٦	٦١
Brackish Groundwater	ماء جوفي ملح	٦	٦٢
Break	تكسر الأمواج	٣	٦٣
Break-in-Slope	التغير في الانحدار (نقط تقطع)	٣	٦٤
Breccia	بريشة (بريشا)	٢/٨	٦٥
(C)			
CaCO ₃	كربونات الكالسيوم	٥	٦٦
CaF ₂	فلورايد الكالسيوم (الفلورسبار)	٦	٦٧

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Calcite	كالكسيت (كربونات الكالسيوم البلورية)	٢	٦٨
Canyons	خواتق	٢/٧	٦٩
Carbonate-Cemented Sand Dunes	رواسب كثبان رملية ملتصقة بمواد كربونية	٢	٧٠
Carbonate Faces	سحنات كربونية	٦	٧١
Cardinal Temperature	حرارة حدية	٥	٧٢
Categories	أنواع	٦	٧٣
Cations	كاتيونات	٦	٧٤
Cells	عدسات المياه الجوفية	٦	٧٥
Centripetal Pattern	نمط تصريف مركزي	٣	٧٦
Cereals	مجموعة الحبوب (القمح والشعير)	٦	٧٧
Chemical Constituents	مركبات كيميائية	٦	٧٨
Chemical Properties	خواص كيميائية	٥	٧٩
Chenier Beaches	شواطئ رملية شريطية	٣	٨٠
Chert Horison	طبقة (أفق) الصوان	٦	٨١
Circulation	تحرك وانتشار	٦	٨٢
Circularity Ratio	نسبة الاستدارة	٣	٨٣
Clay	صلصال	٦	٨٤
Climate	مناخ	٥	٨٥
Cloudiness	تكوين السحب	٤	٨٦
CO ₃	أوكسيد الكربون	٦	٨٧
Coarse	خشن	٣	٨٨
Coarse-Grained Oolitic	سريقات ذات (حبيبات) نسيج خشن	٢	٨٩
Coastal Cliff	جروف ساحلية	٣	٩٠
Coastal Land Sabkha Community Types	مجموعة نباتات مناطق السبخات الساحلية	٥	٩١
Coastal Land Sand Community Types	مجموعة نباتات الأراضي الرملية الساحلية	٥	٩٢
Coastal Intrusions	تداخلات ساحلية	٣	٩٣
Coccolith	نبات الكوكوليث	٦	٩٤
Coeffecient of Variations	معاملات التغير	٤	٩٥
Colocynthin	جلوكوسيد الكولوسيتين	٥	٩٦
Compound Wind Rose	وردة رياح مركبة	٤	٩٧
Conclusion	خلاصة	٢	٩٨
Conditionally Suitable	ذات صلاحية ظرفية	٥	٩٩
Conduit	عمر	٦	١٠٠
Confined	حبيسة	٦	١٠١
Conformity	متوافقة	٢	١٠٢
Confused and Contradictory	مشوشة ومتناقضة	٦	١٠٣

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Conglomerate	رصيص، دلوک (حصى المجمعات)	٥	١٠٤
Conse of Depression (Exhaustion)	مخاريط الإنضاب	٦	١٠٥
Consensation	تکائف بخار الماء	٤	١٠٦
Consolidated	متماسكة	٦	١٠٧
Continental Shelf	الرفرف القاري	٢/٧	١٠٨
Convectional	تيارات الحمل	٤	١٠٩
Convectional Rain	أمطار انقلابية	٤	١١٠
Convergence	تجمع الهواء السفلي	٤	١١١
Coral Reef	شعب (رصيف) مرجاني	٣	١١٢
Coriolis Force	حركة الأرض الدورانية	٤	١١٣
Correlation Coefficient	معامل ارتباط	٤	١١٤
Cosine	جيب تمام الزاوية	٤	١١٥
cP	كتلة قطبية قارية	٤	١١٦
Crassulacean Acid Metabolism	مسار النباتات العصيرية	٥	١١٧
Crater like	وهلة فوهية (تشبه فوهة بركان)	١	١١٨
Crippling Decalcification	تخلع الأسنان لنقص الكالسيوم	٦	١١٩
cT	كتل مدارية قارية	٤	١٢٠
Cultivable Lands	أراضي قابلة للزراعة	٥	١٢١
Cultivated Lands	أراضي مزروعة	٥	١٢٢
Cumulonimbus (cB)	سحاب المزن الركامي	٤	١٢٣
Cusate Form	نمط قوسي مقعر (هلالی)	٣	١٢٤
(D)			
Dahl (Dehul)	دحل (حفرة إذابة كارسيتية)	٣	١٢٥
Danian	فترة الداني (نهاية الكريتاسي)	٢	١٢٦
Date Palms	أشجار النخيل	٦	١٢٧
Diagenesis	عملية تصخر	٦	١٢٨
Decline	يتناقص أو ينخفض	٦	١٢٩
Deep Exploratory Wells	آبار استكشافية عميقة	٦	١٣٠
Deflated	مفرغة	٦	١٣١
Degradation	هدم أو تخفيض بالحت والتعرية	٣	١٣٢
Dental Caries	تسوس الأسنان (نخرها)	٦	١٣٣
Depletions	نضوب (غار الماء وبعد)	٦	١٣٤
Deposition of Faces	عملية إرساب السحنات	٢	١٣٥
Depressions (Lows)	منخفضات	٤	١٣٦
Desalinated	إزالة الأملاح (تحلية مياه البحر)	٦	١٣٧
Desert Pavements	أرصفت صخرية صحراوية	١	١٣٨

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Deteriorate	يتدهور (يتلوث)	٦	١٣٩
Deterioration	تدهور المياه الجوفية	٦	١٤٠
Determination Coefficient	معامل التحديد	٤	١٤١
Dew-Point Temperature	درجة حرارة نقطة الندى	٤	١٤٢
Diagram	رسم بياني تخطيطي	٤	١٤٣
Dilation	تمدد وانكماش الصخور	٥	١٤٤
Direction	اتجاه	٤	١٤٥
Discern	لا يمكن تعينه (تمييزه)	٦	١٤٦
Discharge	تصريف (صبيب)	٦	١٤٧
Disconformable	متخالفة	٢	١٤٨
Disconformity	ظاهرة عدم التوافق (التخالف)	٢	١٤٩
Disication Tolerant Plants	نباتات تتحمل التجفيف	٥	١٥٠
Disposal	التخلص	٦	١٥١
Dissipated	متشرة (مفرقة)	٦	١٥٢
Dissolved	مذابة	٦	١٥٣
Distilled Water	مياه مقطرة	٦	١٥٤
Diterpenoids	ثنائي أشباه التربينات	٥	١٥٥
Divergence	تشتت الهواء العلوي	٤	١٥٦
Doldrum	الركود الاستوائي	٤	١٥٧
Dolomitized	ملت (تحول إلى دولومايت)	٢	١٥٨
Dolomitisation	دلتة الصخور (عملية اندماج وتصخر)	٦	١٥٩
Downward	باتجاه الأسفل (الباطن)	٦	١٦٠
Draa'	دراع (نوع من الكثبان المركبة)	٣	١٦١
Drawdown	هبوط المنسوب	٦	١٦٢
Drought Tolerant	القدرة على تحمل الجفاف	٥	١٦٣
Drying Reefs	حيود بحرية جافة	٢ / ١٠	١٦٤
Dukhan Alveolina Limestone	حجر حير دخان من الألفيولينا	٢	١٦٥
Dukhan Anticline	حذبة دخان	٢	١٦٦
Dump	مطرح النفايات	٦	١٦٧
Duri-Crust	قشرة صلبة	٢	١٦٨
Dust	غبار	٤	١٦٩
Dust or Sand Storms	عواصف غبارية أو رملية	٤	١٧
(E)			
Earth Albedo	نورانية الأرض	٤	١٧١
Electrical Conductivity (EC)	التوصيل الكهربائي	٦	١٧٢
Ecology	علم البيئة	٥	١٧٣

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Edm1	تكوينات الدمام الأسفل الإيوسينية	٣	١٧٤
Edm2	تكوينات الدمام الأعلى الإيوسينية	٢	١٧٥
Ellips	القطع الناقص	٤	١٧٦
Elliptical-Shaped	إهليلجي الشكل	٢	١٧٧
Elongation Ratio	نسبة الاستطالة	٣	١٧٨
Eluvated	استخلاص	٥	١٧٩
Emerged	مناطق حصر	٢	١٨٠
Enhancement	تزايد	٦	١٨١
Eocene	الإيوسين (ثاني عصور الزمن الثالث)	٢	١٨٢
Ephemerals	نباتات تتجنب (تتحمل) الجفاف	٥	١٨٣
Epoch	حين من الدهر	٢	١٨٤
Er	تكوينات الرس الإيوسينية	٣	١٨٥
Erosional Platform	رصيف (سطح) نحائي	٢	١٨٦
Erosion and Transportation	عمليات النحت (جرف) والنقل	٥	١٨٧
Err on the Safe Side	مضللة (لا تهدي إلى بر الأمان)	٦	١٨٨
Escarpmnts	حواف (جروف) صخرية قارية	١	١٨٩
Eustatism	تذبذب مستوى سطح البحر	٢	١٩٠
Evaporation	عملية التبخر	٥/٤	١٩١
Evapotranspiration	عملية التبع والتبخر	٦	١٩٢
Excessive Limits	حدود قصوى	٦	١٩٣
Exchangable Sodium Percentage	نسبة الصوديوم القابلة للتبادل	٦	١٩٤
Exhaustion	الاستنفاد	٦	١٩٥
Exogenous Processes	عمليات التشكيل الخارجية	٢	١٩٦
Exploratory Wells	آبار استكشافية	٦	١٩٧
Extensive Areas	مناطق واسعة (فسيحة)	٦	١٩٨
(F)			
Fahahil Dome	قبة فحاحيل	٢	١٩٩
Fahahil Velates Limestone	حجر جير فحاحيل من الفيلاتس	٢	٢٠٠
Family	عائلة	٥	٢٠١
Fasht	رصيف مرجاني (شط رملي) (اسم محلي)	٣	٢٠٢
Faults	صدوع	٢	٢٠٣
Fauna	الحياة الحيوانية	٢	٢٠٤
Feather-Edge	حد ريشي (قليلة الانتشار والسمكة)	٦	٢٠٥
Ferrel's Law	قانون فرل الخاص بانتقال الرياح	٤	٢٠٦
Field Capacity	السعة الحقلية	٦	٢٠٧
Finger Tips	روافد مصدرية (أولية)	٣	٢٠٨

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Fissures & Joints	الشقوق والمفاصل	٢	٢٠٩
Flandrian	فترة جليد الفلاندي	٣	٢١٠
Flandrian Transgression	طغيان البحر الفلاندي	٢	٢١١
Flandrian Transgression of the Holocene	طغيان البحر الفلاندي في عصر الهولوسين	٢	٢١٢
Flanks	أجنحة الحدة (أطرافها، جوانبها)	٢	٢١٣
Flash of Light	وميض الضوء	٤	٢١٤
Floride	الفلورايد	٦	٢١٥
Foraminefra	متخربات (حيوانات صدفية)	٢	٢١٦
Foreshore of High Tide	براح المد العالي	٦	٢١٧
Formers	عوامل	٥	٢١٨
Fossil Coastline	خط الساحل الحفري (مستحجر)	٢	٢١٩
Fossiliferous	حفري (مستحجر)	٢	٢٢٠
Fractured	ذات شقوق	٢	٢٢١
Fractures	شقوق	٦	٢٢٢
Fracture Planes	سطوح التشقق	٦	٢٢٣
Fresh Breeze	نسيم عليل	٤	٢٢٤
Friable	سهل التفتت	٦/٢	٢٢٥
Fronts	جبهات	٤	٢٢٦
Frontal	جبهوي	٤	٢٢٧
Front Genesis	نشأة الجبهات وتشكيلها	٤	٢٢٨
(G)			
Gap	فجوة (ثغرة)	٢	٢٢٨
Garbages	نفايات	٦	٢٢٩
Gastropod	محارات قواقع	٣	٢٣٠
Genera	جنس	٥	٢٣١
Gentle Breeze	نسيم هادئ	٤	٢٣٢
Geological Evolution	التطور الجيولوجي	٢	٢٣٣
Geological Structure	بنية جيولوجية	٢	٢٣٤
Glacial Maxima	فترة الجليد القصوى	٢	٢٣٥
Grade	توازن الحث والترسيب (يسوي)	٣	٢٣٦
Grains	حبوب	٦	٢٣٧
Granular	طبقة حبيبية الليرات	٦	٢٣٨
Gravels	جراول (حصي)	٣/٢/١	٢٣٩
Gravels of Continental Origin	جراول ذات أصل قاري	٢	٢٤٠
Gravity	جاذبية	٦	٢٤١
Green Fodders	أعلاف خضراء	٦	٢٤٢

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Grounwater Contours	خطوط تساوي المياه الجوفية	٦	٢٤٣
Grounwater Movement	حركة المياه الجوفية	٦	٢٤٤
Grounwater Table	مستوى الماء الجوفي	٥	٢٤٥
Gybsum	رواسب الجبس	٢	٢٤٦
Gybsum Accumulation	تجمعات جبسية	٥	٢٤٧
(H)			
Halite	ملح صخري (كلوريد الصوديوم الطبيعي)	٢	٢٤٨
Halomorphic Soils	تربيات ملحية البنية	٥	٢٤٩
Halophytes	نباتات ملحية	٥	٢٥٠
Halophytic Coastal Communities	مجموعة النباتات الملحية الساحلية	٥	٢٥١
Haze	عجاج (سديم) إغبار	٤	٢٥٢
Head Loss	فقدان طاقة التدفق	٦	٢٥٣
Heat Exchange	تبادل حراري	٤	٢٥٤
HCO ₃	بيكربونات (القلوية)	٦/٥	٢٥٥
Hiatus	فجوة جيولوجية (فترة يتوقف فيها الإرساب)	٢	٢٥٦
High Drainage	تصريف جيد (مرتفع)	٣	٢٥٧
High Tide	المد العالي	٥	٢٥٨
Higher head	ضغط طاقة التدفق العالية	٥	٢٥٩
Highly Suitable	ذات صلاحية عالية	٥	٢٦٠
Hillocks	أكمام جيرية	٢	٢٦١
Holding	تحتفظ	٦	٢٦٢
Holocene Blockage	الانسداد الهولوسيني	٢	٢٦٣
Homogeneity	تجانس	٦	٢٦٤
Hooks	خطاطيف	٣	٢٦٥
Horizons	آفاق	٥	٢٦٦
Humidity	رطوبة نسبية	٤	٢٦٧
Humied	حميض	٥	٢٦٨
Humus	مادة الدبال	٥	٢٦٩
Hydraulic Gradient Unit	وحدة الممال الهيدروليكي	٦	٢٧٠
Hydraulic Head	جسم طاقة التدفق الهيدروليكية	٦	٢٧١
Hydrological Studies	دراسات هيدرولوجية	٦	٢٧٢
(I)			
Illuvial	طبقة التركيز السفلي (التطمي)	٥	٢٧٣
Immature Soil	تربة غير ناضجة	٥	٢٧٤
Impervious	طبقة كثيفة (صماء)	١	٢٧٥
Incineration	ترميد (تحويل إلى رماد)	٦	٢٧٦

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Incorporated	مندمجة (متحلة)	٦	٢٧٧
Incursion	تغلغل (تسلل)	٦	٢٧٨
Infilling	امتلاء متواصل	٦	٢٧٩
Inland	صوب اليابسة (داخلي)	٦	٢٨٠
In-Land Deposits	رواسب داخلية	٢	٢٨١
In Pairs	ثنائية (مزدوجة)	٢	٢٨٢
Inpeded	اعترضت (حالت دون حركة المياه)	٦	٢٨٣
Inputs	مدخلات	٣	٢٨٤
Input & Output	الداخل والخارج (التغذية والتصريف)	٦	٢٨٥
In Situ	في الموضع	٢/٨	٢٨٦
Instable	اضطراب وعدم استقرار	٤	٢٨٧
Insufficient	غير كافية	٥	٢٨٨
Intensity	غزارة الأمطار	٤	٢٨٩
Interbedded	طبقات متداخلة	٦	٢٩٠
Intercalations	تداخلات	٢	٢٩١
Interface	يواجه (يقصبل)	٦	٢٩٢
Interior Platform	رصيف داخلي	٢	٢٩٣
Internal Drainage	تصريف داخلي	٣	٢٩٤
Intrusion	تداخل (اندساس)	٦	٢٩٥
Intrusion Waves	موجات غازية (متابعة)	٦	٢٩٦
Intrusive Rocks	صخور اندفاعية متداخلة	٢/٨	٢٩٧
Inverse Correlation	علاقة عكسية	٤	٢٩٨
Inversion of Relief	انقلاب تضاريسي	٢	٢٩٩
Invoke	يؤيد	٢	٣٠٠
Involved	مشوشة (غير ثابتة)	٦	٣٠١
Inward	نحو الداخل	٦	٣٠٢
Iron Staining	مشوب بالحديد	٢	٣٠٣
Irrigation Return	مياه الري العائدة نحو الخزان الجوفي	٦	٣٠٤
Isohelines	خطوط تساوي الملوحة	٢/٧	٣٠٥
Isosalinity Contours	خطوط تساوي الملوحة	٦	٣٠٦
Isotherms	خطوط تساوي الحرارة	٢/٧	٣٠٧
(J)			
Jaleha Dome	قبة جليحة	٢	٣٠٧
Jetty	فرضة	٣	٣٠٨
Joints	مفاصل	٦	٣٠٩

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
(K)			
Karanah Dome	قبة الكرانة	٢	٣١٠
Karistification (Karistified)	إذابة كارستية (مذابة ومتفككة)	٦	٣١١
Kharasi'	خراسيع (حفر إذابة كارستية لم تكتمل)	٣	٣١٢
Kharzat Ad-darb Dome	قبة خروزة الدرب	٢	٣١٣
Knolls	دكاوات (رواب أو هضبيات مدورة)	٣	٣١٤
(L)			
Labiata	الفصليّة الشفوية	٥	٣١٥
Lagoons	بحيرات شاطئية ضحلة	٣	٣١٦
Lagoonal Fauna	بقايا حيوانات بحرية شاطئية	٢	٣١٧
Land Utilizations	استخدامات الأرض	٥	٣١٨
Lateral (ly)	جانبيّة	٦	٣١٩
Lateral Corrasion	نحت جانبي طبيعي (ميكانيكي)	١	٣٢٠
Laterally Replacement	إحلال جانبي	٦	٣٢١
Leachate	غيفض	٦	٣٢٢
Leaching	غسل التربة أو تصويلها	٥/٢	٣٢٣
Leaching Downwards	تغيفض باتجاه الباطن	٦	٣٢٤
Leakage	نشع (تسرب، انتقال)	٦	٣٢٥
Leguminosae	فصيلة البقوليات	٥	٣٢٦
Lens	عدسات المياه الجوفية العذبة	٦	٣٢٧
Levels	مناسيب (مستويات)	٦	٣٢٨
Lichens	الأشنان بالضم (الإشنان بالكسر)	٥	٣٢٩
Limestone	حجر جبيري	٥	٣٣٠
Limestone & Clay of Dam Sub-Formation	حجر جير وصلصال تكوين الدام	٢	٣٣١
Limestone & Clay of Lower Dam Formation	حجر جير وصلصال تكوين الدام الأسفل	٢	٣٣٢
Limestone & Clay of Upper Dam Formation	حجر جير وصلصال تكوين الدام الأعلى	٢	٣٣٣
Limestone & Dolomite of Rus Formation	حجر جير ودولومايت تكوين الرس	٢	٣٣٤
Limestone & Dolomite of Upper Damman	حجر جير ودولومايت الدمام الأعلى	٢	٣٣٥
Lime & Sandstone	الحجر الرملي والجيري	٢	٣٣٦
Lime Segregations	أعرال من الجير	٥	٣٣٧
Linear Sand Beaches	شواطئ رملية شريطية (خطية)	٣	٣٣٨
Linear Trends	خطوط الانحدار المستقيمة	٤	٣٣٩
Linkage	اتصال	٦	٣٤٠
Lithology	خصائص الصخور	٦/٢	٣٤١
Lithosol Soil	تربة صخرية	٥	٣٤٢
Littoral Current	تيار ساحلي	٤	٣٤٣

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Loamy Soil	تربة رملية طينية	٥	٣٤٤
Loamy Silty Soil	تربة غرينية رملية طينية (طميية لومية)	٥	٣٤٥
Logan's Method	طريقة لوجان	٦	٣٤٦
Long Duration	فترة دوام طويلة	٦	٣٤٧
Low-Dipping	بطيء الميل (تدرجي)	٢	٣٤٨
Low Status	منحائب طباقية	٤	٣٤٩
Lower Dammam Aquitards	طبقات الدمام الحاوية للمياه الجوفية السطحية	٦	٣٥٠
Lower Fars Series (M)	تتابعات الفارس في إيران	٢	٣٥١
Maestrichtian	فترة المستريخي	٢	٣٥٢
Magnitude	قيمة (قدر)	٤	٣٥٣
Main Drainage Line	خط التصريف الرئيسي (المجرى الرئيسي)	١	٣٥٤
Main Topographic Characteristics	سمات طبوغرافية أساسية	١	٣٥٥
Major Anion	أيون رئيسي	٦	٣٥٦
Marginally Suitable	ذات صلاحية حدية	٥	٣٥٧
Marine Deposits	رواسب بحرية (شاطئية)	٢	٣٥٨
Marine Sandy Soil	تربة رملية ذات نشأة بحرية	٥	٣٥٩
Marine Terraces	مدرجات بحرية	٢	٣٦٠
Marine Transgression	غمر بحري	٢	٣٦١
Marl	طين جيرى (سجّيل)	٢	٣٦٢
Marsh	سبخة (مستنقع) أو هور	٣	٣٦٣
Massive	كتلي (مصمت)	٥	٣٦٤
Md1	تكوين الدمام الأسفل (مختصرة)	٢	٣٦٥
Md2	تكوين الدمام الأعلى (مختصرة)	٢	٣٦٦
Mesas (Mezas)	هضبات صغيرة مستوية (منضدية الشكل)	٣/٢	٣٦٧
Mesokurtic	توزيع متوسط التفرطح (متماثل)	٦	٣٦٨
Meteoric	جوية	٦	٣٦٩
Mid-Wurm Intertidal	فترة الفيرم الوسطى الواقعة بين فترتين جليديتين	٢	٣٧٠
Midra Shales	طين مدرا الصفحي	٢	٣٧١
Milliequivalent Per Litre	ملليتكافؤ/ اللتر	٦	٣٧٢
Milliolite	الميلوليت	٢	٣٧٣
Minor	صغير (دقيق)	٢	٣٧٤
Mist	شبهة (ضباب)	٤	٣٧٥
Moderate Breeze	سيم معتدل	٤	٣٧٦
Moderate Drainage	تصريف معتدل	٣	٣٧٨
Moderately Suitable	ذات صلاحية متوسطة	٥	٣٧٩



المصطلح	التعريب	الفصل	م
Modify	يتكيف (يستجيب)	٥	٣٨٠
Moisture	رطوبة جوية	٤	٣٨١
Moisture Exchange	تبادل الرطوبة	٤	٣٨٢
Monitor Wells	آبار مراقبة	٦	٣٨٣
Monsoon	رياح موسمية	٤	٣٨٤
Mother Rocks	صخور أصلية (الاديم)	٥	٣٨٥
Motting	بقع في الاسنان	٦	٣٨٦
Mounding of Water Table	تقرب منسوب المياه الجوفية	٦	٣٨٧
Moving Averages	متوسطات متحركة	٤	٣٨٨
mP	كتل مدارية قارية	٤	٣٨٩
mT	كتل مدارية بحرية	٤	٣٩٠
Mud	طين	٢	٣٩١
Mud & Silt Deposits	رواسب الطين والغرين	٢	٣٩٢
(N)			
Natural & Biotic Factors	عوامل طبيعية وحيوية	٥	٣٩٣
Natural Vegetation	نبات طبيعي	٥	٣٩٤
Negative Amplitudes	طيات داخلية مقعرة	٣	٣٩٥
Neogene	النيجين (الأدوار العليا من الزمن الثالث)	٢	٣٩٦
New Route	مسار (مجال) جديد	٦	٣٩٧
Nitrogenous Fertilizes	مخصبات آزوتية	٦	٣٩٨
Nitrate	نترات	٦	٣٩٩
No Intervening Beds	عدم حدوث طبقات متداخلة	٢	٤٠٠
Non-Conformity	ظاهرة التباين	٢	٤٠١
Non-Sequence	غير متعاقب أو متتابع	٢	٤٠٢
Normal Curve Fitting	توفيق المنحنى المعتدل	٦	٤٠٣
Not Suitable	غير صالح	٥	٤٠٤
(O)			
Obsequent	مجرى عكسي (مضاد للاتجاه العام)	١	٤٠٥
Observation Wells	آبار مراقبة	٦	٤٠٦
Occlusion	اكتمال أو امتلاء الإعصار	٤	٤٠٧
Off-Shore	بعيد عن الشاطئ (غمري مشاطي)	٢	٤٠٨
Oligocene	الأوليغوسين (ثالث عصور الزمن الثالث)	٢	٤٠٩
Ooliths	سرثيات (بطروحية)	٢	٤١٠
Oolitic Sandy Soil	تربة رملية أوليتية (بطروحية)	٥	٤١١
Organic Matters	مادة عضوية	٥	٤١٢
Organisms	عوامل عضوية	٥	٤١٣

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Orographic Map	خريطة أوروغرافية (تضاريسية)	١	٤١٤
Outcrops	مكاشف أو مطالع الطبقات	١	٤١٥
Outliers	صخور عزيلة	١	٤١٦
Outward	باتجاه (نحو، صوب) الخارج	٦	٤١٧
Oyster, Cardies & Pectes Shells (P)	أصداف الأويستر، الكاردر والبكتس	٢	٤١٨
Palaeontology	المستحجرات (علم الحفريات)	٢	٤١٩
Paleocene	الباليوسين (أول عصور الزمن الثالث)	٢	٤٢٠
Paleogene	الباليوجين (أدوار الثلاثي السفلى)	٢	٤٢١
Para-Conformity	شبه توافق	٢	٤٢٢
Parallel & Closely-Spaced	متوازية ومتقاربة	٢	٤٢٣
Partial Return	عودة طغيان البحر جزئيا	٢	٤٢٤
Parent material	المادة الأصلية	٥	٤٢٥
paucity	قلة أو ندرة	٦	٤٢٦
Peaks	قمم	٤	٤٢٧
Pebbles	حصى	٢	٤٢٨
Percline	قبة طولية الامتداد مركزية الميل	٢	٤٢٩
Percolated	ينفذ (يتسرب، يتخلل)	٦	٤٣٠
Perennial	دائمة	٥	٤٣١
Perennial Plants	نباتات دائمة	٥	٤٣٢
Permanent Wet Layers	طبقات دائمة الرطوبة	٥	٤٣٣
Permeapility	نفاذية الصخور	٦/٣	٤٣٤
Permissible Limits	حدود مسموح بها	٦	٤٣٥
PH	الأس الهيدروجيني	٥	٤٣٦
Phreatic Water Levels	مناسيب المياه الجوفية	٦	٤٣٧
Phosphate Nodules	عقيدات فوسفاتية	٢	٤٣٨
Pick Up	يستخلص	٦	٤٣٩
Piercement Movements	حركات أفقية ضاغطة	٢	٤٤٠
Piezometers	مناسيب	٦	٤٤١
Piezometric Surface	مستوى الماء الباطني	٦	٤٤٢
plant Ecology	علم البيئة النباتية	٥	٤٤٣
Plateaus	هضبات	٥	٤٤٤
Platforms	أرصعة صخرية	٣	٤٤٥
Platykurtic (Flat)	توزيع مفرطح	٦	٤٤٦
Pluvials	فترات مطيرة	٢	٤٤٧
Poor Drainage	تصريف رديء	٣	٤٤٨

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Porosity	مسامية	٦/٣	٤٤٩
Precipitation	تساقط	٤	٤٥٠
Pre-Deflation	عملية ما قبل التفريغ	٦	٤٥١
Pre-Pliocene	ما قبل البليوسين	٢	٤٥٢
Pressure Gradient	انحدار (تدرج) الضغط	٦/٤	٤٥٣
Profound	لم يتم إدراكه	٦	٤٥٤
Prolific Shrimps	قشريات غزيرة الإنتاج	٦	٤٥٥
Pseudo Oolitic	حجر رملي بطروخي	٣	٤٥٦
Pulsatory	متذبذبة	٢	٤٥٧
Pure Stands	عائلات نقية ومتماثلة	٥	٤٥٨
(Q)			
Qatar Centrocline	قبة قطر الرئيسية (المركزية)	٢	٤٥٩
Qatari Arch	القوس القطري	٢	٤٦٠
Qes	رواسب رملية هوائية (رباعية)	٢	٤٦١
Qmcs	رواسب شاطئية (رباعية)	٢	٤٦٢
Qsb	رواسب السبخات (رباعية)	٢	٤٦٣
Qsm	رواسب الطين والملت (رباعية)	٢	٤٦٤
Quaternary Era	الحقب الرابع	٥	٤٦٥
(R)			
Rainfall	مطر	٦	٤٦٦
Rapid Advances Waves	موجات سريعة ومتلاحقة	٢	٤٦٧
Recent Past	الماضي القريب	٦	٤٦٨
Recent & Quaternary Deposits	رواسب الرباعي والحديث	٢	٤٦٩
Recharge	تغذية	٦	٤٧٠
Recharge Wells	آبار تغذية	٦	٤٧١
Recharge Zone	منطقة تغذية	٦	٤٧٢
Redeposition	إعادة ترسيب	٦	٤٧٣
Redistribution	إعادة توزيع	٦	٤٧٤
Re-Entrant	ثغرة أو مفد ساحلي زاوي	١	٤٧٥
Reimpostion	إعادة انطباع	٢	٤٧٦
Ridges	حروف جرفية الاسحدار (حيود)	٣	٤٧٧
Relative Relief	تضاريس نسبية	١	٤٧٨
Released	يستخلص من	٦	٤٧٩
Relief	تضاريس	٥	٤٨٠
Relief Ratio	نسبة التضرس	٣	٤٨١
Remainder	متخلفة (متقية)	٦	٤٨٢

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Rendered	يوسم صورة أكثر تعقيدا	٦	٤٨٣
Residual	متخلفة (متبقية)	٦	٤٨٤
Residual Soil	تربة موضعية (محلية)	٥	٤٨٥
Resistivity	مقاومة	٦	٤٨٦
Resultant	محصلة	٤	٤٨٧
Return Period	فترة الرجوع	٦	٤٨٨
Re-Worked	إعادة تشكيل	٢	٤٨٩
Rock Debris	حطام صخري	٥	٤٩٠
Rocky Fragments & Sandy Soils	التريبات الرملية الحجرية	٥	٤٩١
Rodha Community Types	مجموعة نباتات الروضات	٥	٤٩٢
Rodhat	الروضات (اسم محلي)	٥	٤٩٣
Ruggedness	درجة الوعورة	٣	٤٩٤
Running Means	متوسطات متحركة	٤	٤٩٥
(S)			
Sabkha (Salar)	سبخة	٣	٤٩٦
Salient of Spur	بروز متولد عن تل مرتفع	١	٤٩٧
Saline Soils	تريبات ملحية	٥	٤٩٨
Salt Diapirism	اختراقات ملحية	٢	٤٩٩
Sand Banks	شطوط رملية	٣	٥٠٠
Sand Dunes Community Type	مجموعة نباتات الكثبان الرملية	٥	٥٠١
Sand Shadow	نبكة	٣	٥٠٢
Sandstone, Pebbles & Conglomerate of Hofuf Formation	حجر رملى وحصباء ورصيص تكوين الهفوف	٢	٥٠٣
Sandy Soil	تربة رملية	٥	٥٠٤
Sandy South	الجنوب الرملى	٥	٥٠٥
Sanitary Landfill	طريقة الدفن الصحى للمخلفات	٦	٥٠٦
S.A.R.	مختصر لمعنى درجة إدمصاص الصوديوم	٦	٥٠٧
Saturated	مشبع	٤	٥٠٨
Saturated Percentage	النسبة المئوية للتشبع	٥	٥٠٩
Sauda-Nathil Dome	قمة سودائيل	١	٥١٠
Scatter Diagram	رسم بياني انتشاري	٤	٥١١
Screes	ركام	٢/٨	٥١٢
Sea Bars	حواجز بحرية	٣	٥١٣
Semi-Stationary	شبه ثابت	٤	٥١٤
Sensed	استشعر به	٦	٥١٥
Septum	طرف جيولوجي أوسط	٢	٥١٦

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Sewage	مياه الباليغ	٦	٥١٧
Sewers	باليغ	٦	٥١٨
Shales	طين صفحي	٦	٥١٩
Shales, Limestone & Dolomite of Dammam Formation	طين صفحي وحجر جير ودولوميت تكوين الدمام	٢	٥٢٠
Shales, Limestone & Dolomite of Lower Dammam	طين صفحي وحجر جير ودولوميت الدمام الأسفل	٢	٥٢١
Shallows	مخاضات	٢	٥٢٢
Shallow Zones	نطاقات ضحلة (تخص المياه الجوفية)	٦	٥٢٣
Shapes	أشكال	٣	٥٢٤
Sharp Anticline Position	موقع تحدي حاد	٢	٥٢٥
Sheet Flow	إنسياب غطائي	٦	٥٢٦
Shells	أصداف	٥	٥٢٧
Shelly Depris	حطام صدف بحري	٢	٥٢٨
Sherry	حنظل (شري)	٥	٥٢٩
Shore Line	خط الشاطئ (سيف البحر)	٢/٧	٥٣٠
Short Duration	فترة دوام قصيرة	٤	٥٣١
Short Intervals	مسافات ضيقة	١	٥٣٢
Show	يفسر	٢	٥٣٣
Shurps	شجيرات قصيرة	٥	٥٣٤
Silicified	متسلكت (وجود التيليكما كمادة لاحمة)	٢	٥٣٥
Silt	غرين (طمي)	٢	٥٣٦
Similar Gradient	تدرجات (انحدارات) متماثلة	٦	٥٣٧
Simple Bedding Plane	مستوى طباقية بسيط	٢	٥٣٨
Simsima Dome	قبة سمسة	٢	٥٣٩
Simsima Member	عضو جير سمسة	٢	٥٤٠
Sine	جيب الزاوية	٤	٥٤١
Skeletal Soil	تربة هيكلية	٥	٥٤٢
Slight Breeze	نسيم خفيف	٤	٥٤٣
Slope Retreat	تراجع خلفي للسفح (تراجع المنحدر)	١	٥٤٤
Small Water Runnels	قنوات مياه صغيرة	٥	٥٤٥
Smoldering	نار متجمرة غير ذات لهب	٦	٥٤٦
Smoothed	معدلة (مبسطة)	٦	٥٤٧
Snails	قواقع	٥	٥٤٨
Soil	تربة	٥	٥٤٩
Soil Colour	لون التربة	٥	٥٥٠
Soil Moisture	رطوبة التربة	٥	٥٥١

المصطلح	التعريب	الفصل	م
Soil Profiles	قطاعات التربة	٥	٥٥٢
Soil Salimty	ملوحة التربة	٥	٥٥٣
Soil Structure	بنية التربة	٥	٥٥٤
Soil Texture	نسيج التربة	٥	٥٥٥
Solar Insolation	إشعاع شمسي	٤	٥٥٦
Solid Blankets	أغشية صلبة (غطاءات)	١	٥٥٧
Solid Ratio	درجة التماسك (الصلابة)	٦	٥٥٨
Some Conformity	توافق ما	٢	٥٥٩
Source Region	إقليم المصدر	٤	٥٦٠
Spacial Variations	اختلافات مكانية	٥	٥٦١
Specified Capacity	الطاقة (السعة) النوعية	٦	٥٦٢
Species	أنواع	٥	٥٦٣
Spells	نوبات من المطر	٦	٥٦٤
Spits	السنة رملية أو حصوية	٣	٥٦٥
Spongy Soil	تربة مسامية (إسفنجية)	٢	٥٦٦
Spring Tide	مد أو جزر تام (ذروة المد أو الجزر العالي)	٢/٧	٥٦٧
Squalls	زوايع ترابية (رعديّة) أو النّزّوج بالفتح	٤	٥٦٨
Standard Deviations	انحرافات معيارية	٤	٥٦٩
Stillstands	فترات توقف (شبه ثبات)	٢	٥٧٠
Storage Coefficients	معاملات التخزين	٦	٥٧١
Stratigraphy	علم وصف طبقات الأرض (دراسة التتابع الطباق)	٢	٥٧٢
Structure	بنية (تركيب)	٢	٥٧٣
Structure Character	الخاصية البنيوية	٢	٥٧٤
Subangular	شبه زاوية	٥	٥٧٥
Subsequence	مجرى نال	١	٥٧٦
Subsiding	هابطة	٢	٥٧٧
Sub-Soil	تربة تحتية	٥	٥٧٨
Substantiate	أثبتت	٦	٥٧٩
Subsurface	تحتسطحية	٢	٥٨٠
Suitable Soils	تربات صالحة للزراعة	٥	٥٨١
Sulfate Faces	سحنات كبريتية	٦	٥٨٢
Sunshine	شروق الشمس	٤	٥٨٣
Suspension	عالقة	٥	٥٨٤
Sustain	إثبات أو تنبع	٦	٥٨٥

م	الفصل	التعريب	المصطلح
(T)			
586	4	ظل الزاوية	Tanget
587	5	دباغة	Tanning
588	2	طعس الكرعانة (اسم محلي)	Ta's Al-Karanah
589	6	مجموع الأملاح الصلبة الذائبة	TDS
590	2	إجهادات تكتونية	Tectonic Stresses
591	4	الإشعاع الأرضي	Terrestrial Radiation
592	2	تكوينات الثلاثي	Tertiary Formation
593	5	الحقب الثلاثي	Tertiary Era
594	2	الفترة الثلاثية	Tertiary Period
595	2/7	بحر تيثس القديم (بقايا البحر الأبيض المتوسط)	Tethys
596	5	قوام (نسيج)	Texture
597	2	تكوينات العرمة	The Aruma
598	5	العوامل التي تتحكم في تشكيل التربة وتوزيعها	The Factors Control the Formation & Distribution of the Soil
599	4	أثر البيوت الزجاجية	The Green House Effect
600	6	مستويات جسم (كتلة) الماء الدنيا	The Lower Head Levels
601	2	قبة قطر الرئيسة	The Main Qatari Dome
602	2	الميوسين (العصر الرابع من الزمن الثالث)	The Miocene
603	1	منطقة الطوار الميوسينية	The Miocene Tiwar Sub-Area
604	5	الخواص الطبيعية والكيميائية	The Physical and Chemical Properties
605	2	فترة البليستوسين والحديث	The Pleistocene and Recent Period
606	2	فترة الجليد البليستوسيني	The Pleistocene Ice Age
607	2	الفترة البلايوسينية - البليستوسينية	The Plio-Pleistocene Period
608	2	دور ما قبل الجليد	The Pre-Glacial Phase
609	6	إبرة المحرار	Thermometr
610	1	منطقة الكثبان الرملية	The Sand Dunes Sub-Area
611	5	التربة في قطر	The Soil of Qatar
612	4	التجاريات	The Trades (Easterlies)
613	4	الغريبات (الرياح العكسية)	The Westerlies
614	4	ضباب كثيف	Thick Fog
615	4	رعد	Thunder
616	4	عواصف الرعد	Thunder Storms
617	4	قنوات المد والجزر	Tidal Channels
618	4	تيارات المد	Tidal Streams
619	5	عامل الزمن	Time Former



المصطلح	التعريب	الفصل	م
Tongues	السنة	٦	٦٢٠
Topography	طبوغرافيا (وصف ملامح سطح الأرض الطبيعية والبشرية)	٥	٦٢١
Topographic Features	ملامح طبوغرافية	١	٦٢٢
Torrential	سيلبي	٢	٦٢٣
Toxicity Elements	عناصر سامة	٦	٦٢٤
Transferred	انتقل (تحرك أو تحول إلى)	٦	٦٢٥
Transient	مؤقت	٦	٦٢٦
Transmissibility	سريان المياه (قابلية الانتقال)	٦/٣	٦٢٧
Transmission of Light	انتقال الضوء	٤	٦٢٨
Transmissometer	جهاز قياس الضباب	٤	٦٢٩
Transported	منقولة	٥	٦٣٠
Trash	العوامد (التفل)	٦	٦٣١
Tropical Cyclones	أعاصير مدارية	٤	٦٣٢
Tropical Mist Air Masses	كتل هوائية مدارية رطبة	٤	٦٣٣
Trough	منخفض الضغط (نطاق جوي، أخدود، بطن الموجة)	٤	٦٣٤
T-Test	اختبار ستودنت «ت»	٤	٦٣٥
Two Periods (U)	فترتان (عصران) جيولوجيتان	٢	٦٣٦
Umm Er-Rhadoma	تكوينات أم الراضومة	٢	٦٣٧
Uncemented	مفككة (غير ملتصقة)	٢	٦٣٨
Unconformity	عدم توافق	٢	٦٣٩
Undersaturated	دون حالة التشبع	٦	٦٤٠
Undulating	متموج	٦	٦٤١
Unit Width	عرض الوحدة	٦	٦٤٢
Unsaturated	غير مشبعة	٦	٦٤٣
Up-Coning	شكل مخروطي مقعر (موجة بركان، قمعية الشكل)	٦	٦٤٤
Uplift Movements	حركات راسية رافعة	٢	٦٤٥
Upward Displacement	إزاحة راسية	٦	٦٤٦
Upward Leakage of Water (V)	نشح المياه راسيا (حركاتها)	٦	٦٤٧
Vapour Pressure	ضغط بخار الماء	٤	٦٤٨
Vapour Pressure Deficit	نقص في ضغط بخار الماء	٥	٦٤٩
Variable	متغيرة (غير مستقرة)	٦	٦٥٠

المصطلح	التعريب	الفصل	٢
Vector	متجه	٤	٦٥١
Vegetables	خضراوات	٦	٦٥٢
Vertical (ly)	رأسي	٦	٦٥٣
Very Steep	غائرة	٦	٦٥٤
Visibility	مدى الرؤيا	٤	٦٥٥
Viods	فراغات (فجوات)	٦	٦٥٦
Vuggies	تجاويف صغيرة	٦	٦٥٧
(W)			
Wadi Mouths	مخارج الأودية (مصباتها)	٢	٦٥٨
Warm Front	جبهة دافئة	٤	٦٥٩
Water-Soluble Salts	أملاح مذابة	٥	٦٦٠
Water Table	مستوى المياه الجوفية	٦	٦٦١
Water Vapor	بخار الماء	٤	٦٦٢
Wave-Cut Benches	مصاطب موجية القطع	٢	٦٦٣
Wear	يفتت	٣	٦٦٤
Weathering	تجوية كيميائية (تحلل الصخر وتفككه)	٢	٦٦٥
Weighted Means	متوسطات مرجحة	٣	٦٦٦
Wet Bare Soils	تربيات عارية رطبة	٥	٦٦٧
Wide Range	مدى واسع (بون عظيم)	٦	٦٦٨
Wide-Spacing	متباعدة	١	٦٦٩
Wind Blowouts	حفر تذرية	٢/١٠	٦٧٠
Wurm	فترة فيرم الجليدية	٢	٦٧١
(X)			
Xerophytes	الجفافيات	٥	٦٧٢
(Z)			
Ziziphus Mumularia Community Type	مجموعة نباتات السمر	٥	٦٧٣
Zonal Soils	تربيات نطاقية	٥	٦٧٤

٢٠٠٠ / ١١٣٤٦	رقم الإيداع
977-10-1357-2	I. S. B. N الترقيم الدولي